

**RÉPUBLIQUE UNIE
DU CAMEROUN**

ANALYSE DES SUCS DE L'ARACHIDE



J. FORESTIER

ANALYSE DES SUCS DE L'ARACHIDE

J. FORESTIER

Décembre 1973

Résumé

L'analyse des sucs de l'arachide permet un diagnostic correct de l'alimentation de la plante et des corrections nécessaires.

La bonne concordance des résultats entre diagnostic foliaire et diagnostic des sucs donne une utilité à ce dernier lorsque la plante ne se prête pas au diagnostic foliaire.

Des fractionnements analytiques plus poussés de certains éléments permettront peut être une meilleure interprétation des analyses à mesure que les potentialités de production des plantes seront mieux exprimées.

L'analyse des sucs dans l'état actuel des niveaux de production en région tropicale paraît devoir rester un outil de recherche au moins dans le domaine des plantes dont le diagnostic foliaire est bien au point.

Abstract

The analysis of groundnut sap permits correct diagnosis of the feeding of the plant and of the corrections necessary.

The good agreement of results from leaf and sap diagnosis makes the latter of value when the plant does not lend itself to leaf diagnosis.

More extensive analytical fractionation of certain elements will perhaps afford a better interpretation of analyses as the production potential of the plants are better expressed.

It appears that, at present production levels in the tropical region, analysis of sap will remain an instrument of research, at least with plants for which leaf diagnosis is well established.

ANALYSE DES SUCS DE L'ARACHIDE

Un des problèmes permanents de l'Agronomie est l'amélioration de la nutrition des plantes pour l'obtention d'un meilleur rendement et d'une qualité déterminée de la production végétale.

Cette amélioration s'effectue selon plusieurs démarches : soit la correction progressive d'une mauvaise alimentation, soit la recherche d'un niveau optimum de nutrition. En dehors des symptômes visuels qui apparaissent seulement pour des nutritons très déficientes, le meilleur guide est l'analyse chimique du sol ou de la plante.

Bien que les analyses de sol soient encore nombreuses en pratique, il semble que la préférence se porte sur les analyses de plante. En effet la plante tient compte et intègre un plus grand nombre de facteurs, et produit la récolte.

L'analyse globale de la plante, ou seulement des parties exportées est encore effectuée pour des calculs de bilan dans l'apport des engrais. Mais des méthodes plus sensibles, tenant compte du stade d'évolution de la plante et ayant pour but d'établir une représentation de son état physiologique ont été utilisées. Ces méthodes se sont adressées à un organe accumulateur (feuille) ou conducteur (bois, pétiole) en pratiquant une analyse globale des éléments : c'est le diagnostic foliaire ou le diagnostic ligneux.

Une série d'analyses plus récente a porté de préférence sur la sève ou les sucres extraits des organes conducteurs (pétiole, tige), mais quelquefois d'autres organes ont été utilisés, (feuilles, plante entière). Selon les techniques d'extraction, cette analyse de sucres se réfère donc aussi bien à la sève brute qu'à un mélange de sève, ou même à des sucres de tissus conducteurs ou non, de sorte que la composition est bien différente selon l'organe choisi, sa place et la méthode d'extraction.

Au début, l'analyse du suc a principalement concerné la forme minérale ou la totalité de l'élément dosé. Depuis quelques années, les différentes formes d'un élément sont dosées, et parfois même le fractionnement en plusieurs composés d'une même famille chimique comme par exemple les acides aminés est opéré. Considérant plusieurs formes d'un élément, l'analyse devient plus complète, et permet une distinction entre l'absorption des éléments et leur utilisation par la plante : ce sont les travaux de ROUTCHENKO en France, à partir desquels cette étude sur l'analyse des sucs de l'arachide a été entreprise.

ROUTCHENKO a mis au point le dosage des différentes formes d'un élément dans le suc, et a utilisé la méthode pour reconnaître des toxicités passagères (intoxication ammoniacale du maïs), des déficiences nutritives seules ou liées à un régime hydrique, puis a essayé de déterminer un optimum nutritionnel notamment pour le maïs. Il considère le taux des éléments, l'équilibre entre éléments, l'utilisation de l'élément par la plante à l'aide d'un indice rapportant la fraction minérale à l'ensemble présent dans la sève pour chaque élément anionique.

Le but de notre étude est d'évaluer les possibilités d'applications agronomiques de la méthode d'analyse des sucs pour les plantes tropicales.

UTILISATION DE L'ARACHIDE

La plante choisie pour ces premières études de diagnostic suc en milieu équatorial a été l'arachide, cette plante présente l'avantage d'un cycle court (90 jours), et la possibilité de deux cycles culturels dans l'année. C'est en outre, une plante assez bien connue et largement cultivée.

Comme inconvénient, l'arachide présente celui de rester pendant les cinq premières semaines de son développement une plante de petite taille de sorte que les souillures sur les organes à prélever sont importantes, et le nettoyage long et délicat pour les organes trop petits.

Au stade 5e - 6e feuille de la tige principale vers le 20 - 22ème jour, les plants d'arachide hâtive pèsent moins d'1 gramme en matière sèche, et il faut récolter au minimum 150 pétioles ou une quinzaine de tiges principales pour avoir 6 ml de suc à l'extraction.

A la fin de la première semaine de floraison vers le 35ème jour, l'échantillonnage est plus aisé : une cinquantaine de pétioles ou 10 à 15 tiges principales ou une trentaine de rameaux cotylédonaire permettent l'obtention de plus de 10 ml de suc - L'échantillonnage des pétioles est beaucoup plus long et incommode que celui des tiges.

L'organe choisi est séparé de la plante, nettoyé avec deux tampons d'alcool successivement, puis coupé dans de l'éther sulfurique contenu dans un flacon en polyéthylène de 100 ml. Lorsque le flacon est plein, de la neige carbonique est introduite pour abaisser la température vers -25 ou -30°C et permettre le transport en glacière au laboratoire dans de bonnes conditions limitant les réactions enzymatiques.

Variation de la composition des sucres dans la plante - Choix d'un organe.

Cette étude est faite sur des plants âgés de 35 jours au stade 9 feuilles ouvertes sur la tige principale. Les échantillons formés ont été les suivants :

- les pétioles des deux dernières feuilles complètement ouvertes sur la tige principale ;
- les pétioles des 3e et 4e feuilles à partir du sommet de la tige principale ;
- la tige principale divisée par moitié avec une partie basse et une partie haute ;
- les rameaux cotylédonaire ;
- les deux autres rameaux de base.

Les résultats analytiques figurent dans le tableau I. Les tiges présentent une richesse plus grande en forme soluble totale

Tableau I. Teneur en éléments en mg/l de suc - Répartition.

	Rameaux Cotylé- donaires	Rameaux de base 1e et 2e feuilles	Tige principale		Penulti- èmes pé- tioles	Derniers pétioles
			Partie basse	Partie haute		
Azote nitrique NO_3	510	488	612	390	438	760
Azote ammoniacal NH_4	58	32	39	32	71	60
Azote aminé + amidé	361	468	499	918	310	295
Azote protéique	98	64	77	84	116	58
Azote soluble total	1027	1052	1227	1424	935	1173
Phosphore PO_4H_2	15	49	12	42	8	5
Phosphore glucidique	37	14	54	32	7	11
Phosphore protéique	67	58	51	71	59	88
Phosphore soluble total	119	121	117	145	74	104
Soufre SO_4	81	109	84	86	106	
Soufre organique	109	84	144	38	42	
Soufre soluble total	190	193	228	124	148	136
Chlore Cl	179	tr	215	251	215	
Potassium K	3650	3650	3500	3250	4650	4000
Calcium Ca	75	119	319	88	100	81
Magnésium Mg	379	431	544	349	446	244
Somme des anions(m.e)	47.0	43.3	55.1	41.8	44.2	
Somme des cations	139.5	143.0	175.5	126.5	170.4	135.8
Rapport Cat^+/An^-	2.97	3.30	3.19	3.03	3.86	
Ca ppté alcool	319	163	266	219	506	406
N min % N S T	55.3	49.4	53.1	29.6	54.4	69.9
P min % P S T	12.6	40.5	10.3	29.0	10.8	4.8
S min % S S T	42.6	56.5	36.8	69.3	71.6	
N S T / P S T	8.6	8.7	10.5	9.8	6.3	11.3
P S T / S S T	0.63	0.63	0.51	1.2	0.50	0.76
K % somme cations	70.3	67.9	58.3	70.0	71.6	78.2
Ca	2.8	4.4	10.4	3.7	3.0	3.1
Mg	23.8	26.1	29.5	24.4	22.3	15.4
NH_4	3.1	1.6	1.8	1.9	3.1	3.3
K/Mg (en mg)	9.6	8.5	6.4	9.3	10.4	16.4

pour les trois éléments anioniques azote, phosphore et soufre, des teneurs plus élevées de P sous formes minérale et glucidique ce qui améliore la précision des dosages, et moins d'azote ammoniacal.

La teneur en potassium est plus grande dans les pétioles des feuilles. A l'exception de la partie basse de la tige, les sucres des autres rameaux ont les mêmes proportions relatives de potassium et magnésium.

A ce stade de végétation les rameaux cotylédonaire paraissent pouvoir être choisis pour faire les analyses de suc de l'arachide, les deux autres rameaux de base pouvant être utilisés à un stade de végétation un peu plus avancé : il y a seulement de faibles variations entre les deux sortes de rameaux tant pour les résultats bruts que pour les rapports importants. La seule différence réside dans le taux de P minéral pour les parties jeune de la plante : sommet de la tige principale et rameaux de base de première et deuxième feuilles.

Dans quelques cas où le matériel végétal est rare mais homogène il est possible de prélever tous les rameaux d'un pied représentatif pour en faire l'analyse afin de ne pas perturber les autres pieds. Dans ce cas, par rapport à un prélèvement classique des rameaux de base, il y a un plus grand nombre de parties jeunes, ce qui entraîne une élévation du taux de phosphore minéral et soluble total, une légère diminution du potassium.

Périodes de prélèvement

Les périodes de prélèvement peuvent être choisies en fonction du cycle végétatif de la plante, ou pour la précocité du diagnostic. A la suite des études de développement et de croissance de la plante, trois périodes ont paru intéressantes pendant le cycle de 90 jours de l'arachide hâtive : vers le 35e jour pendant la floraison, au stade 14e feuille sur la tige principale entre le 50e et 55e jour au moment où la phase végétative active est supplantée par la phase de fructification, et au 75e jour pendant le grossissement des graines.

Tableau II. Comparaison d'analyse de sucres au 20e jour du cycle pour des plantes venant sur deux terrains de richesse différente.

(en mg/litre suc)

	Tige et hypocotyle		Pétioles	
	Sol pauvre	Sol riche	sol pauvre	sol riche
Azote nitrique NO_3	318	380	405	522
Azote ammoniacal NH_4	98	106	123	124
Azote aminé + amidé	840	600	315	326
Azote protéique	75	113	70	80
Azote soluble total	1331	1199	913	1052
Phosphore PO_4H_2	20	13	6	4
Phosphore glucidique	13	15	14	13
Phosphore protéique	52	62	54	56
Phosphore soluble total	85	90	74	73
Soufre soluble total	233	418	238	243
Chlore	145	72	217	145
Potassium	2900	3100	4550	2900
Calcium	113	100	138	394
Magnésium	345	300	360	544
Somme des anions (m.e)	40.7	49.4	50.1	51.7
Somme des cations	129.9	125.3	169.6	161.6
Rapport Cat +/-An	3.2	2.5	3.4	3.1
Ca ppté alcool	228	238	288	375
N min % N S T	31.2	40.5	57.8	61.4
P min % P S T	23.5	14.4	8.1	5.5
NST/PST	15.7	13.3	12.3	14.4
PST/SST	0.36	0.21	0.31	0.30
K % somme cation	64.2	67.8	71.8	50.2
Ca	4.9	4.3	4.3	13.3
Mg	24.9	21.4	18.5	30.5
NH_4	6.0	6.5	5.4	6.0
K/Mg (en mg)	8.4	10.3	12.6	5.3

Une vérification a été faite sur l'utilité d'un prélèvement plus précoce au 20^e jour du cycle au stade 5 feuilles de la tige principale soit en prenant la tige principale et l'hypocotyle, soit en prélevant les pétioles des deux dernières feuilles ouvertes. Chaque échantillon comprenait 12 systèmes conducteurs ou 150 pétioles sur terrain riche et sur terrain plus pauvre. Il n'existait aucune différence dans la croissance des plantes à ce stade là, l'influence de la graine restant prépondérante jusqu'à ce stade. Par ailleurs, le terrain le moins riche permet cependant une vitesse de croissance relative de la matière sèche de 8,0 % contre 10 % pour le plus riche.

Les résultats figurent dans le tableau II -

Les différences entre sucs sont faibles - Les avantages pour le sol riche paraissent réduits à un meilleur taux d'azote minéral par rapport à l'azote soluble total, et à un pourcentage un peu plus élevé dépassant 60 % du potassium dans la somme des cations. Le phosphore paraît également mieux intégré dans les composés organiques. La comparaison entre l'analyse des tiges et celle des pétioles confirme les observations faites dans l'étude de la répartition des éléments dans la plante : plus grande richesse des pétioles en azote nitrique, en potassium, et en calcium précipitable à l'alcool, plus faible teneur en azote aminé et en phosphore minéral.

Sensibilité de l'analyse

Le tableau II a montré qu'une analyse précoce pouvait déceler les tendances d'un sol à satisfaire plus ou moins bien les exigences de croissance d'une plante en passant d'un sol moyen à un sol riche.

A la même époque, nous avons vérifié sur un essai d'engrais que les éléments apportés modifiaient la composition des sucs. L'échantillon a été obtenu pour chaque objet au 35^e jour du cycle avec 20 tiges principales coupées au-dessus de la 4^e feuille. Les parcelles échantillonnées sont celles du témoin sans engrais, avec chlorure de potassium, et avec phosphore.

Les résultats sont donnés au tableau III.

D'après l'analyse du témoin, ce terrain, remis en culture pour l'essai, était suffisamment riche en azote et en phosphore et ne manifestait qu'une déficience en potassium.

L'apport de potassium marque une légère augmentation de ce cation dans le suc avec une amélioration de son pourcentage dans la somme des cations. Le chlore augmente aussi faiblement.

La parcelle qui a reçu le phosphore était probablement plus riche en potassium et trop différente de la parcelle témoin. La teneur normale en potassium conduit à une meilleure intégration de l'azote aminé tandis que le taux d'azote minéral par rapport à l'azote soluble total reste convenable.

Indice de développement

Pour une interprétation satisfaisante de l'analyse des sucs, il est nécessaire de disposer d'un indice de développement de la plante. Dans des publications précédentes, il a été montré que pour l'arachide, les plus satisfaisants pouvaient être la vitesse de croissance relative de la matière sèche, ou le bilan net de photosynthèse en mg par gramme de limbe par jour - Pour l'arachide le poids des feuilles dépend de la grosseur des graines semées, et non pas uniquement des possibilités de croissance, et ne peut servir de référence.

Production de l'arachide

Pour situer l'interprétation des résultats de l'analyse des sucs, il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance des possibilités de production de la plante. En effet, il serait illusoire de définir une zone ou des niveaux optima de nutrition, si la plante est loin d'avoir donné son maximum de rendement. Les variations de composition des plantes seraient encore trop importantes pour justifier l'intérêt de la méthode d'analyse.

TABLEAU III. Teneur en éléments des sucs en fonction des apports d'engrais en mg/litre.

	Témoin	Potassium	Phosphore
!Azote nitrique NO_3	655	595	475
!Azote ammoniacal 3NH_4	56	29	96
!Azote aminé + amide	550	715	273
!Azote protéique	86	73	93
!Azote soluble total	1347	1412	937
!Phosphore PO_4H_2	17	8	15
!Phosphore glucidique	20	22	21
!Phosphore protéique	53	48	53
!Phosphore soluble total	90	78	89
!Soufre SO_4	64	77	89
!Soufre organique	16	59	68
!Soufre soluble total	80	136	157
!Chlore	215	287	143
!Potassium	1950	2200	3800
!Calcium	150	138	106
!Magnésium	709	630	413
!Sodium	170	113	135
!Somme des anions(m.e/l)	57.4	55.7	44.0
!Somme des cations	128.0	122.8	149.9
!Rapport Cat /An	2.2	2.2	3.4
!Ca ppté à l'alcool	281	306	291
!N min % N S T	52.8	44.2	60.9
!P min % P S T	18.9	10.3	16.9
!S min % SST	80.0	56.6	56.7
!N S T/P S T	15.0	18.1	10.5
!P S T/S S T	1.1	0.57	0.57
!K % somme cations	39.1	45.9	65.0
!Ca	5.9	5.6	3.5
!Mg	46.2	42.8	22.9
!Na	5.7	4.0	4.0
!NH ₄	3.1	1.7	4.6
!K/ ⁴ Mg (en mg)	2.8	3.5	9.2

Toutes nos expériences au champ ont été conduites avec une densité de semis de 250.000 pieds/ha (40 cm x 10 cm) correspondant à des récoltes de 200 à 230.000 pieds. Le cycle de culture est de 90 jours au premier cycle cultural, et proche de 100 jours au second. Les parcelles expérimentales correspondent à des microparcelles de 5 lignes de 2 m 40 dont les 3 lignes centrales sont analysées à la récolte. Dans ces conditions, la récolte par pied sain est bonne lorsqu'elle atteint 12 à 13 grammes par pied, et les maxima de rendements obtenus correspondent à 18 - 20 grammes par pied. Ce n'est donc qu'en atteignant ces dernières valeurs de production qu'il est possible d'estimer que les résultats d'analyse correspondent à un optimum de nutrition. A 12 ou 13 grammes d'arachide - coque par pied, il est seulement vraisemblable que plusieurs facteurs nutritifs sont proches de l'optimum mais que certains sont déficients, qu'ils soient analysés ou non.

UTILISATION ET INTERPRETATION DE L'ANALYSE DES SUCS

Méthode analytique et interprétation

ROUTCHENKO* a exposé très complètement dans un article des Annales Agronomiques (1967) les méthodes analytiques employées, la détermination de valeurs optimales et d'indices de référence pour apprécier le niveau de l'alimentation et l'intensité de l'organisation pour chacun des éléments.

C'est la même méthode d'analyse qui a été utilisée dans cette étude, et les mêmes bases de raisonnement ont été suivies pour l'interprétation de nos résultats. Cependant, d'autres faits ont été pris en considération pour tenter d'améliorer les possibilités de l'analyse des sucres.

Dans la technique d'analyse, la déprotéinisation se fait par le mode le moins brutal avec l'alcool éthylique à 75 %. Dans la perspective d'un fractionnement complet des acides aminés par élution sur colonne, la déprotéinisation du suc a été essayé avec l'acide

sulfosalicylique. L'analyse du jus déprotéinisé par cette méthode comparée à celle du jus obtenu avec l'alcool montre un certain nombre de différences (tableau IV). La précipitation sulfosalicylique diminue l'azote restant sous forme protéique de presque 50 %, fait disparaître tout le phosphore engagé dans les liaisons protéiques au profit de la forme minérale.

Tableau IV - Comparaison des précipitation de suc par l'alcool et l'acide sulfosalicylique.

	! Précipitation ! ! à l'alcool !	! précipitation ! ! sulfosalicylique !
!Azote nitrique	! 160	! 128
!Azote ammoniacal	! 68	! 72
!Azote aminé + amidé	! 252	! 224
!Azote protéique	! 76	! 40
!Azote soluble total	! 556	! 464
!N aminé % N S T	! 45	! 48
!Phosphore anionique	! 11	! 71
!Phosphore protéique	! 75	! 0
!Phosphore soluble total	! 86	! 71
!Potassium	! 1460	! 2100
!Calcium	! 48	! 320
!Magnésium	! 628	! 948
!Ca ppté alcool	! 320	! 20

Il y a augmentation du potassium, du calcium et du magnésium sous forme cationique. Pour le calcium, il y a pratiquement disparition totale de la forme liée aux protéines. Dans la fraction considérée comme protéique avec la précipitation alcoolique, la

* Annales Agronomiques 1967 Vol. 18 n° 4 p. 361-402. Appréciation des conditions de la nutrition minérale des plantes basées sur l'analyse des sucres extraits des tissus conducteurs.

partie azotée aurait des liaisons plus ou moins fortes. Par contre, phosphore et calcium feraient partie de la même fraction relativement labile.

Pour le maïs, ROUTCHENKO réussit à établir des valeurs optimales pour les taux de tous les éléments dosés dans le suc, et pour un ensemble de pourcentages entre éléments et d'indices nutritionnels ou métaboliques. Pour l'arachide, il s'est révélé que le calcium sous forme cationique est toujours si faible que son taux ne paraît pas significatif. La prise en considération du calcium lié aux protéines permet de mieux juger de sa fourniture mais en le rapportant au phosphore protéique. D'une façon générale, le taux d'un élément dans le suc de l'arachide montre des variations importantes dont, en dehors des taux extrêmes il n'est pas possible d'apprécier directement la valeur pour la croissance ou le rendement de la plante. L'étude des équilibres entre cations, des indices métaboliques, des rapports entre éléments a donné beaucoup plus de résultats intéressants.

Enfin dans le suc de certaines plantes, il n'y a que des traces ou des forts petites quantités d'azote ou de phosphore sous forme minérale alors que l'azote aminé, l'azote protéique, le phosphore glucidique ou protéique représentent des quantités normales, soit continuellement, soit à certaines phases de la vie de la plante. Dans ces conditions, et comme ces taux n'empêchaient pas toujours la plante de fournir une bonne récolte, la question s'est posée de savoir s'il n'était pas possible grâce aux fractionnements des formes d'un élément opéré dans l'analyse des sucres, d'apprécier l'état organique de la plante - soit par exemple les formes aminé + amidé d'une part, et protéique d'autre part de l'azote. Pour la constitution de la fraction protéique, il est vraisemblable que la proportion des éléments aminés ne peut être quelconque, sinon la formation de protéines sera ralentie, et le taux des éléments aminés non utilisables s'accroîtra dans le suc. Dans cette hypothèse, le rapport N aminé / N protéique pourrait être significatif, et son étude a été ajoutée à celle des autres indices, de même que le rapport du phosphore protéique à celui du phosphore soluble total. Dans le cas du phosphore, une possibilité plus intéressante serait de considérer le phosphore protéique par rapport à la partie de l'azote protéique qui disparaît lors de la précipitation sulfosalicylique.

Comparaison de cultures sur sols variés

Deux variétés bigraines ont été semées à 40 cm x 10 cm le même jour sur trois sols différents éloignés d'une cinquantaine de kilomètres dans une même zone écologique forestière. L'analyse de l'horizon supérieur (0-7 cm) des sols aussitôt après défrichage et houage a donné les résultats mentionnés au tableau V.

Il apparaît que le sol de NGALAN est le plus riche et celui d'EKOKO le moins bon, notamment par un mauvais équilibre des bases échangeables avec excès de potassium et un taux insuffisant de matière organique.

Les rameaux cotylédonaire pour l'analyse des sucres ont été prélevés le 42e jour à NGALAN et EKOKO et le 35e jour du cycle à NKOLBIKOKO. L'indice de développement choisi est le bilan net de photosynthèse en mg de matière sèche par gramme de limbe par jour.

Tableau V - Analyse des sols de trois sites différents.

	NGALAN	NKOLBIKOKO	EKOKO
Argile + limon %	19.7	39.3	45.6
Carbone %	2.14	2.34	1.53
C/N	15.5	12.8	10.6
pH eau	5.9	5.4	5.0
Calcium échangeables m.e/100g	4.60	3.69	1.95
Magnésium	1.93	2.34	2.03
Potassium	0.49	0.47	0.53
Somme bases échangeables	7.04	6.51	4.52
K % bases échangeables	7.0	7.2	11.7
Capacité d'échange	14.43	13.70	10.11
Taux de saturation	48.8	47.5	44.7
Mg/K	3.9	5.0	3.8

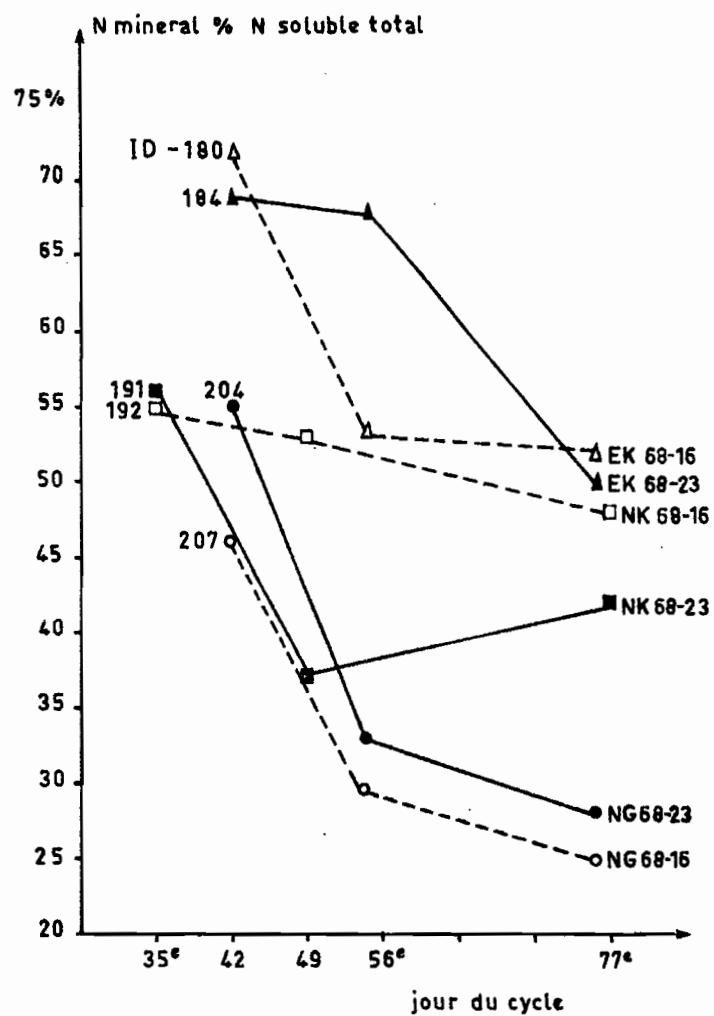
Les autres rameaux cotylédonaire ou des rameaux de base ont été prélevés pour une seconde analyse au 54e jour du cycle à NGALAN et EKOKO, au 49e jour à NKOLBIKOKO. Enfin pour une dernière analyse, les rameaux de base ont été échantillonnés au 75e jour à NGALAN et EKOKO, 77e jour à NKOLBIKOKO.

Cette série d'analyse sur les mêmes plantes permet de suivre l'évolution de la composition des sucres de la plante (voir graphique 1, 2, 3, 4 et de mieux distinguer les éléments favorables ou défavorables à la croissance et au rendement. Les tableaux VI, VII, VIII, donnent l'ensemble des résultats analytiques des sucres tandis que le tableau IX présente les caractéristiques de croissance et de rendement des plantes.

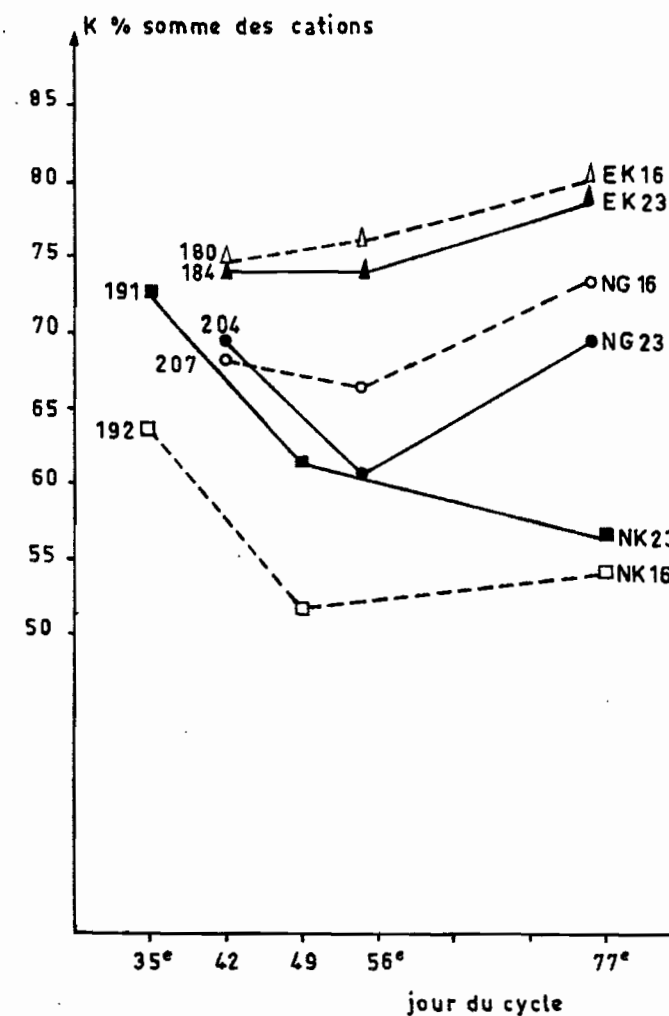
Tableau VI. Analyse des sucres (en mg/l) des arachides sur trois sols différents au 42e jour du cycle.

L i e u	NGALAN	NKOLBIKOKO	EKOKO
V a r i é t é	68.23	68.16	68.23
Indice développement	204	207	191
Azote nitrique NO_3	440	308	750
Azote ammoniacal NH_3	34	45	56
Azote aminé + amidé	334	359	559
Azote protéique	54	60	80
Azote soluble total	862	772	1445
Phosphore PO_4H_2	6	6	4
Phosphore glucidique	24	18	45
Phosphore protéique	60	57	60
Phosphore soluble total	90	81	109
Soufre SO_4	64	67	54
Soufre organique	94	69	183
Soufre soluble total	158	136	237
chlore	111	167	292
Potassium	2480	2520	3600
Calcium	50	50	40
Magnésium	264	282	331
Sodium	15	20	33
Somme des anions (m.e/l)	38.7	31.1	65.3
Somme des cations	91.2	94.7	127.3
Rapport Cat /An	2.4	3.0	2.0
Ca précipité alcool	270	271	239
N min % N S T	55	46	56
P min % P S T	6.7	7.4	3.7
S min % S S T	40	49	23
N S T/P S T	9.6	9.5	13.3
P S T/S S T	0.57	0.60	0.46
K % somme des cations	69.7	68.2	72.5
Mg % " "	24.1	24.8	21.7
K/Mg (en mg)	9.4	8.9	10.9
Ca p/Pp	4.5	4.8	4.0
Nam/Np	6.2	6.0	7.0
Pp % P S T	66.7	70.4	55.0

COMPARAISON D'ALIMENTATION SUR TROIS SOLS

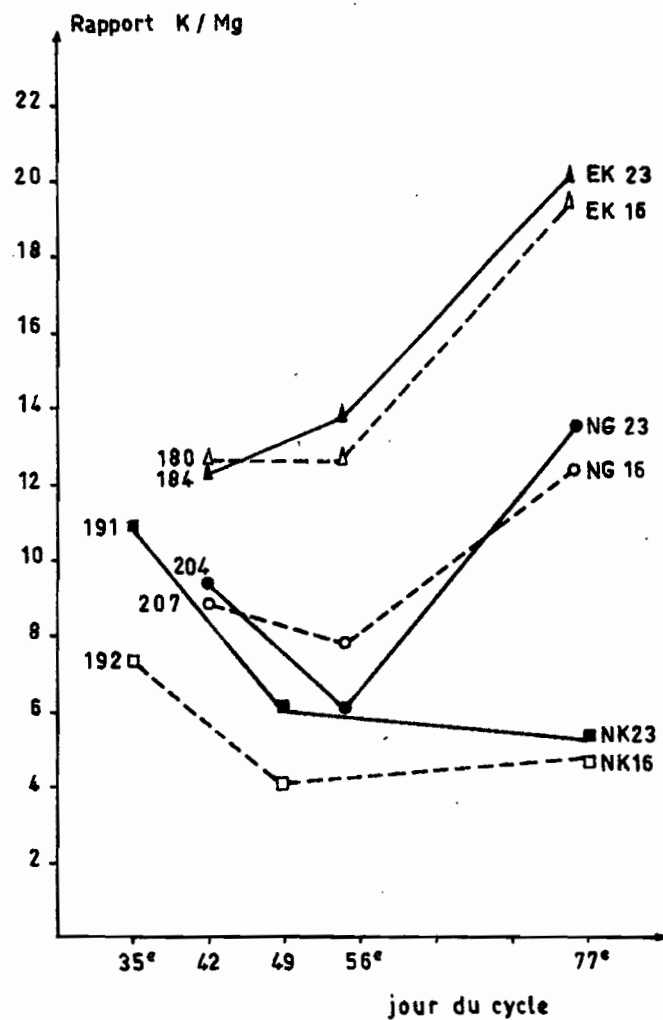


GRAPHIQUE 1

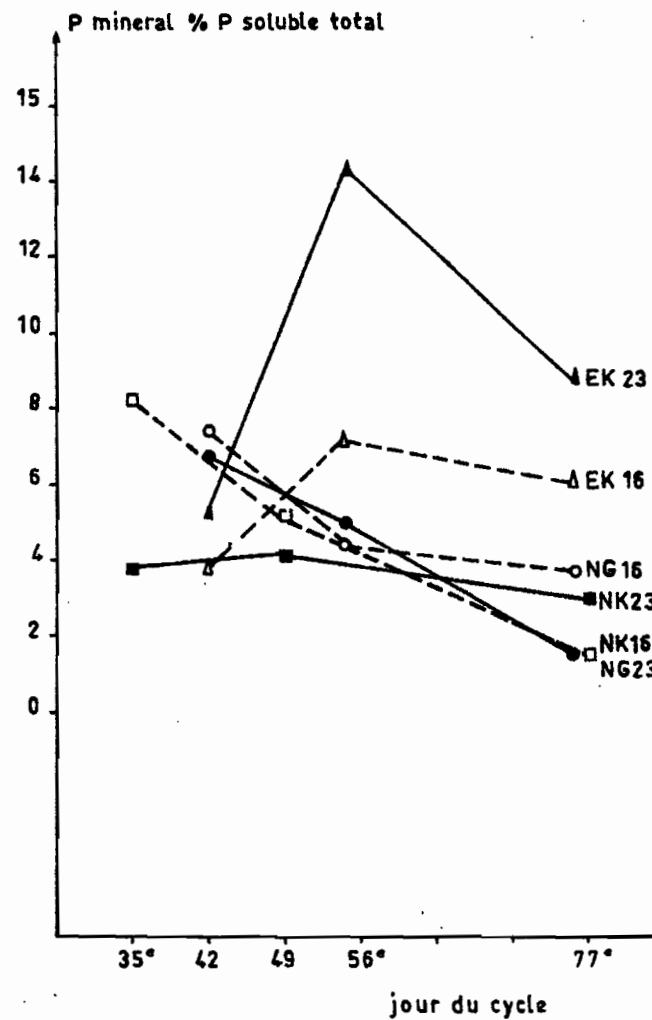


GRAPHIQUE 2

COMPARAISON D'ALIMENTATION SUR TROIS SOLS



GRAPHIQUE 3



GRAPHIQUE 4

Tableau VII. Analyse des sucs (en mg/l) des arachides poussées sur trois sols différents au 54e jour du cycle.

L i e u	NGALAN		NKOLBIKOKO		EKOKO	
V a r i é t é	68.23	68.16	68.23	68.16	68.23	68.16
Indice développement	204	207	191	192	184	180
Azote nitrique NO_3	164	152	192	456	580	320
Azote ammoniacal 3NH_3	40	37	34	35	43	29
Azote aminé + amidé	368	403	310	373	237	248
Azote protéique	50	56	78	68	50	58
Azote soluble total	622	648	614	932	910	655
Phosphore PO_4H_2	5	4	3	3	13	8
Phosphore glucidique	46	41	20	15	49	51
Phosphore protéique	50	46	51	40	28	52
Phosphore soluble total	101	91	74	58	90	111
Soufre SO_4	47	41	42	58	54	36
Soufre organique	153	120	175	164	115	125
Soufre soluble total	200	161	217	222	169	161
Chlore	145	245	211	178	256	278
Potassium	2240	2480	2040	1760	3320	3120
Calcium	46	44	38	40	110	39
Magnésium	374	319	335	445	241	246
Sodium	14	12	12	13	27	13
Somme des anions (m.e/l)	18.9	20.5	22.3	41.3	52.4	33.3
Somme des cations (")	94.4	95.5	85.0	87.3	115.0	105.2
Rapport Cat /An	5.0	4.7	3.8	2.1	2.2	3.2
Ca précipité alcool	245	265	205	195	118	120
N min % N S T	33	29	37	53	68	53
P min % P S T	5.0	4.4	4.1	5.2	14.4	7.2
S min % S S T	24	25	19	26	32	22
N S T/P S T	6.2	7.1	8.3	16.1	10.1	5.9
P S T/ S S T	0.51	0.57	0.34	0.26	0.53	0.69
K % somme des cations	60.8	66.6	61.5	51.7	74.0	76.0
Mg % " " "	33.1	27.9	32.8	42.5	17.5	19.5
K/Mg (en mg)	6.0	7.8	6.1	4.0	13.8	12.7
Ca p/ Pp	4.9	5.8	4.0	4.9	4.2	2.3
Nam / Np	7.4	7.2	4.0	5.5	4.7	4.3
Pp % P S T	49.5	50.5	68.9	69.0	31.1	46.8

Tableau VIII. Analyse des sucs (en mg/l) des arachides poussées sur trois sols différents au 75e jour du cycle.

L i e u	NGALAN	NKOLBIKOKO	EKOKO
V a r i é t é	68.23	68.16	68.23
Indice développement	204	207	191
Production par pied	18.2	13.9	11.9
Azote nitrique NO_3	160	144	228
Azote ammoniacal NH_3	30	17	27
Azote aminé + amidé	454	435	312
Azote protéique	42	58	46
Azote soluble total	686	654	613
Phosphore PO_4H_2	1	2	2
Phosphore glucidique	17	11	9
Phosphore protéique	47	41	59
Phosphore soluble total	65	54	70
Soufre SO_4	51	58	62
Soufre organique	132	145	141
Soufre soluble total	183	203	203
Chlore	114	160	153
Potassium	2040	2380	1700
Calcium	60	60	50
Magnésium	150	192	312
Sodium	120	48	72
Somme des anions (m.e/l)	17.8	18.5	24.6
Somme des cations	75.1	83.3	77.1
Rapport Cat ⁺ /An	4.2	4.5	3.1
Ca précipité alcool	218	285	220
N min % N S T	28	25	42
P min % P S T	1.5	3.7	2.9
S min % S S T	28	29	31
N S T / P S T	10.6	12.1	8.8
P S T / S S T	0.36	0.27	0.34
K % somme des cations	69.6	73.2	56.5
Mg % " " "	16.6	19.2	33.7
K/Mg (en mg)	13.6	12.4	5.4
Ca p / Pp	4.6	7.0	3.7
Nam / Np	10.8	7.5	6.8
Pp % P S T	72.3	75.9	84.3

Tableau IX. Caractères de croissance et de production des arachides poussées sur trois sols différents.

L i e u	NGALAN	NKOLBIKOKO	EKOKO
V a r i é t é	68.23	68.16	68.23
Nbre jours de cycle au 1er prélèvement	26	26	25
Surf.foliaire par pied (cm ²)	257	253	235
Poids limbe en mg	802	830	689
Poids total du plant en mg	1562	1584	1386
Nbre jours de cycle au 2e prélèvement	55	55	53
Surf.foliaire cm ²	1575	1667	1179
Poids limbe en mg	5136	5406	3786
Poids total du plant en mg	15370	16213	11093
Nombre de gynophores	22	25	15
Nombre de fruit formés	19	21	14
Vitesse croissance relative matière sèche	7.9	8.0	7.4
B N P en mg/g/j	204	207	191
B N P en mg/cm ² /j	0.65	0.67	0.59
Poids unitaire limbe en mg/cm ²	3.19	3.26	3.07
Indice foliaire 55e jour	3.9	4.2	2.95
Nbre jours cycle à la ré- colte	90	90	95
Poids fruit séché par pied (g)	18.2	13.9	11.9
Nombre de fruits par pied	18.5	13.5	11
Poids un fruit (mg)	985	1027	1084
Poids une graine (mg)	355	377	421
Nombre graines/fruit	2.1	2.1	2.0

De cet ensemble de résultats, il est possible de tirer quelques conclusions sur la composition des sucres paraissant préférable pour la croissance et la production des arachides.

Pendant la période de début de floraison, le taux d'azote minéral par rapport à l'azote soluble total doit varier de 45 à 60 %. Ce pourcentage d'azote minéral diminue ensuite progressivement pour se stabiliser vers 30 % pendant la période de fructification.

Le phosphore minéral est relativement faible et diminue normalement en allant vers la maturité. Une évolution inverse est un signe de mauvaise utilisation du phosphore au cours du cycle.

Au point de vue cation, l'excès de potassium à EKOKO prévu par l'analyse de sol se retrouve dans le suc de la plante et joue défavorablement sur le métabolisme azoté et phosphoré de l'arachide. Cet excès se renforce pendant la période de grossissement des graines. Il semble qu'un taux de potassium de 65 à 70 % de la somme des cations serait le plus utile pour une bonne croissance et une fructification satisfaisante. Il est à remarquer que ce taux satisfaisant à NKOLBIKOKO au premier prélèvement tend par la suite à s'abaisser progressivement perturbant l'utilisation de l'azote. Peut être est-ce dû à un effet du magnésium car le rapport Mg/K dans le sol est relativement élevé (5.0). Cet effet est notable au prélèvement du milieu de cycle sur la variété 68.16, et pour les deux variétés au dernier prélèvement.

COMPARAISON ANALYSE DE SUC ET DIAGNOSTIC FOLIAIRE.

Cette comparaison est effectuée avec un essai d'engrais implanté sur un terrain ferrallitique pauvre de savane, après défrichement sans brûlis, et houage superficiel à la main. La couche de surface (0-10 cm) du sol à la composition suivante :

Tableau X. Analyse du sol d'ETOUDI

!Argile + Limon %	57,7	!Calcium échangeable m.e/100g	0,63!
!Carbone %	1,82	!Magnésium	0,70!
!C/N	15,3	!Potassium	0,22!
!pH eau	5,2	!Somme des bases échangeables	1,55!
!K % somme bases échangeables	14.2	!Capacité d'échange	11,82!
!		!Saturation %	13 !

Ces résultats montrent que le sol est très appauvri avec un excès de potassium par rapport à la somme des bases échangeables et un manque de calcium.

La pluviosité globale et sa répartition ont été satisfaisantes au cours de l'essai.

Le matériel végétal comprenait une seule variété bigraine avec des semences calibrées pour chacune des 4 répétitions de l'essai d'engrais.

Afin de diversifier au maximum les résultats analytiques les 4 éléments N P S K ont été employés seuls ou combinés de façon à obtenir 11 traitements et un témoin. L'azote est apporté sous forme d'urée, NS comme sulfate d'ammoniaque, P comme phosphate bicalcique, K comme chlorure de potassium. Les doses correspondent à 60 unités fertilisantes par hectare de K_2O , 100 U.F. de P_2O_5 , 30 U.F. de N et 35 U.F. de S.

L'analyse des sucs a été effectuée à deux reprises au quarantième jour du cycle, huit jours après le début de floraison, et au quatre vingt dixième jour soit une dizaine de jours avant la récolte. Le prélèvement pour le diagnostic foliaire a eu lieu le quarante deuxième jour du cycle végétal.

Les résultats sont djnnés dans les tableaux XI, XII, XIII.

A l'analyse de suc du 40e jour, il est évident que les plantes manquent d'azote, et que l'apport d'engrais azoté bien qu'améliorant la nutrition reste insuffisant. La valeur maximum de N minéral % NST est de 36,5 alors qu'il faudrait un minimum de 45 %. La fraction d'azote précipitable à l'alcool paraît un peu élevée. Pour le phosphore, la fraction passant avec les anions est faible en absence d'engrais phosphaté, mais l'on note une accumulation du phosphore précipitable à l'alcool particulièrement pour les formules comprenant simultanément les engrais P et K. La fraction de soufre minéral paraît un peu basse. L'apport de soufre augmente nettement le soufre sous forme organique dans le suc analysé. Le taux de potassium parmi les cations est trop élevé et dépasse toujours 70 % de la somme des cations. Les plantes ayant le meilleur indice de développement ont le rapport NST/PST le plus élevé, mais les rendements finaux sont trop éloignés du maximum possible pour déterminer des indices optima.

Tableau XI. Analyse de sucs (en mg/l) d'un essai d'engrais sur sol pauvre au 40e jour du cycle.

Traitement	T	N	P	K	NK	PK	NS	NP	NPK	NSPK	NSP	NSK
Ind.développement	88	168	111	86	154	133	137	159	132	141	167	161
Azote nitrique NO ₃	56	312	38	38	250	25	138	125	113	38	38	175
Azote ammoniacal NH ₄	19	20	32	25	14	37	22	23	24	124(?)	20	38
Azote aminé+amidé	291	400	258	460	366	298	348	372	376	371	420	432
Azote protéique	130	178	120	213	176	144	171	151	134	135	121	114
Azote soluble total	496	910	448	736	806	504	679	671	647	668	599	759
Phosphore PO ₄ H ₂	21	17	45	29	13	53	13	35	33	45	23	16
Phosphore gluc.												
Phosphore protéique	119	110	156	186	110	344	78	178	192	186	156	69
Phosphore soluble total	140	127	201	215	123	397	91	213	225	231	179	85
Soufre SO ₄	14	15	10	14	16	8	29	8	8	20	24	24
Soufre organique	114	113	86	98	116	72	167	40	48	140	182	236
Soufre soluble total	128	128	96	112	132	80	196	48	56	160	206	260
Chlore	326	269	539	184	284	298	128	71	298	184	43	227
Potassium	4750	4500	4830	3920	4920	4670	3830	4420	4670	4420	3580	4080
Calcium	13	50	50	50	50	300?	125	63	50	94	75	368?
Magnésium	245	266	249	260	266	297	270	243	210	199	254	305
Sodium	53	13	13	50	30	127	70	10	17	93	37	153
Ca précipité alcool	294	331	319	325	324	244	313	350	306	313	344	235
N min % N S T	15.1	36.5	15.6	8.6	32.8	12.3	23.6	19.1	21.2	24.2	9.7	28.1
S min % S S T	10.9	11.7	10.4	12.5	12.1	10.0	14.8	16.7	14.3	12.5	11.1	9.2
N S T / P S T	3.5	7.2	2.2	3.4	6.6	1.3	7.5	3.2	2.9	2.9	3.3	8.9
P S T / S S T	1.1	1.0	2.1	1.9	0.9	5.0	0.5	4.4	4.0	1.4	1.0	0.4
K % somme des Cat	83.1	81.2	82.5	78.1	82.4	71.4	74.6	81.6	80.4	76.8	76.6	66.3
K / Mg (en mg)	19.4	16.9	19.4	15.1	18.5	15.7	14.2	18.2	22.2	22.2	14.1	13.3
Ja p / Pp	2.5	3.0	2.0	1.7	2.9	0.7	4.0	2.0	1.6	1.7	2.2	3.4
Nam / Np.	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	2.5	2.8	2.7	3.5	3.8
Pp % P S T	85.0	86.6	77.6	86.5	89.4	86.6	85.7	83.6	85.3	80.5	87.2	81.2

Tableau XII. Analyse de sucs (en mg/l) d'un essai d'engrais sur sol pauvre au 90e jour du cycle.

Traitement	N	P	PK	NS	NP	NSPK	NSP
Indice développement	168	111	133	137	159	141	167
Azote nitrique NO ₃	56	72	32	32	32	48	24
Azote ammoniacal NH ₄	10	8	5	8	8	6	8
Azote aminé + amidé	294	248	227	232	264	282	232
Azote protéique	68	60	44	46	60	66	56
Azote soluble total	428	388	308	318	324	402	320
Phosphore PO ₄ H ₂	3	11	3	1	2	3	3
Phosphore glucidique	23	20	23	19	21	21	18
Phosphore protéique	53	240	48	49	50	60	50
Phosphore soluble total	79	271	74	69	73	84	71
Soufre SO ₄	16	11	14	19	13	21	16
Soufre organique	104	89	118	149	99	123	144
Soufre soluble total	120	100	132	168	112	144	160
Chlore	447	386	503	386	335	503	386
Potassium	2280	2080	3000	2200	2560	2520	2240
Calcium	70	60	50	48	70	80	55
Magnésium	330	480	222	343	288	360	279
Sodium	80	50	40	20	40	60	20
Calcium précipité alcool	443	450	480	460	451	470	435
N min % N S T	15.4	20.6	12.0	12.6	11.0	13.4	10.0
S min % S S T	13.3	11.0	10.6	11.3	11.6	14.6	10.0
N S T / P S T	5.4	1.4	4.2	4.6	5.0	4.8	4.5
P S T / S S T	0.66	2.7	0.56	0.41	0.65	0.58	0.44
K % somme des cations	62.4	53.8	76.9	63.4	68.8	63.6	67.5
Mg % somme des cations	29.3	40.4	18.5	32.2	25.2	29.5	27.4
K/Mg (en mg)	6.9	4.3	13.5	6.4	8.9	7.0	8.0
Ca p /Pp	8.4	1.9	10.0	9.4	9.0	7.8	8.7
Nam / Np	4.3	4.1	5.2	5.0	4.4	4.3	4.1
Pp % P S T	67.1	88.6	64.9	71.0	68.5	71.4	70.4

Tableau XIII. Résultats de diagnostic foliaire d'un essai d'engrais sur sol pauvre au 42e jour du cycle.

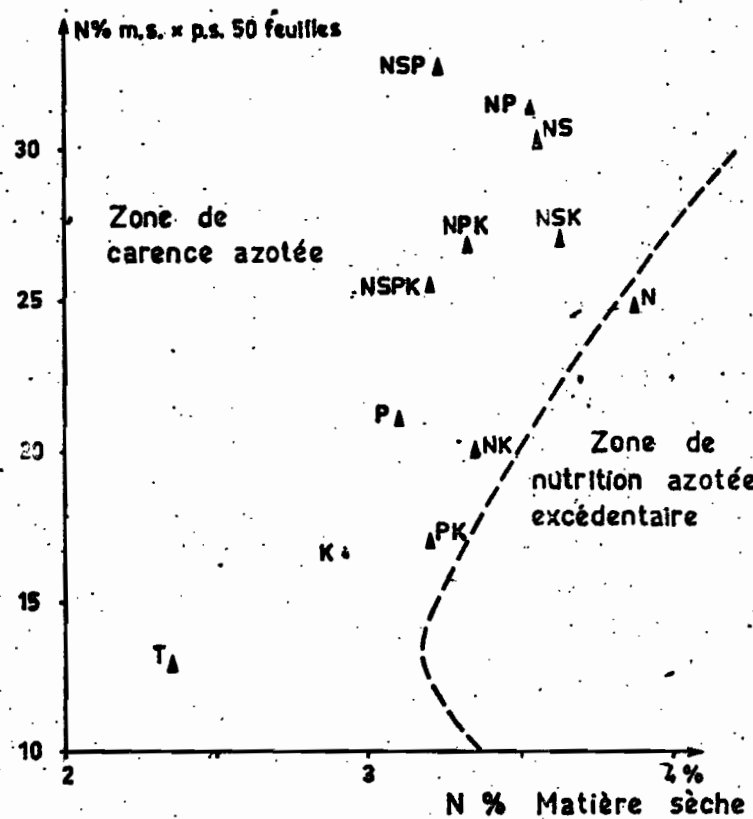
Traitement	Poids de 50 feuilles (P.S.)	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	NxPS	N/P
T	5.56	2.36	0.128	3.56	0.66	0.63	13.1	18.4
N	6.42	3.87	0.125	2.96	0.65	0.58	24.8	39.8
K	5.64	2.93	0.162	3.74	0.77	0.57	16.5	18.1
P	6.77	3.10	0.173	2.71	0.76	0.71	21.0	17.9
NS	8.50	3.55	0.139	3.52	0.48	0.28	30.2	25.5
NK	5.99	3.34	0.145	3.74	0.75	0.58	20.0	23.0
NP	8.88	3.53	0.170	2.66	0.83	0.48	31.3	20.8
PK	5.29	3.20	0.218	3.59	0.86	0.49	16.9	14.7
NSK	7.41	3.63	0.143	3.51	0.67	0.54	26.9	25.4
NPK	8.02	3.33	0.181	3.56	0.69	0.69	26.7	18.4
NSP	10.20	3.22	0.176	2.25	0.86	0.53	32.8	18.3
NSPK	7.95	3.19	0.132	3.35	0.74	0.46	25.4	24.2

Au prélèvement qui a lieu pendant la fructification, et qui ne concernait qu'une partie des traitements, tous les meilleurs indices de développement correspondent à un pourcentage de K parmi les cations compris entre 60 et 70, et plus proche de 70 pour les deux meilleures combinaisons (NP et NSP) du point de vue rendement. On note l'accumulation de phosphore dans le traitement ne recevant que cet engrais. Les deux traitements avec K ont un peu plus de chlore. Le traitement avec K seul donne un pourcentage trop élevé de K parmi les cations tandis qu'avec NSP, il y a eu un effet de dilution.

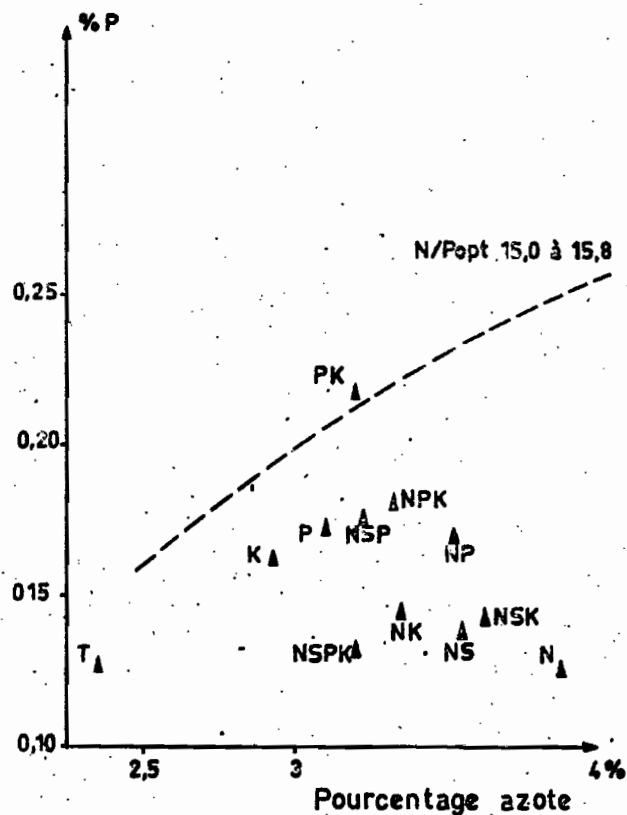
L'interprétation des résultats de diagnostic foliaire est faite selon les courbes standard et les niveaux critiques établis par l'I.R.H.O.

Le graphique 5 donnant l'azote excédentaire ou déficient en fonction de la teneur de la feuille en azote et de la quantité d'azote présente dans la feuille montre que dans neuf cas l'azote est insuffisant et notamment pour les traitements donnant le meilleur développement (NSP et NP). Ceci est à rapprocher du rapport N

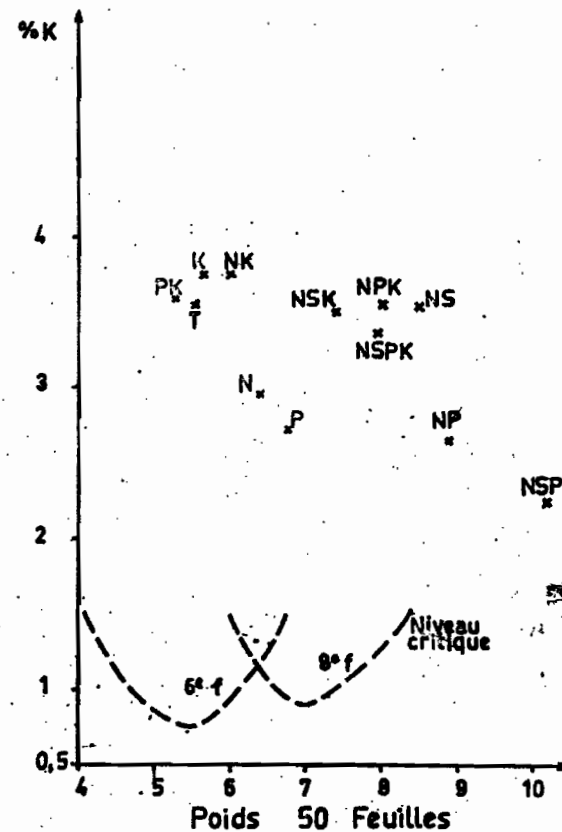
INTERPRÉTATION DU DIAGNOSTIC FOLIAIRE



GRAPHIQUE 5



GRAPHIQUE 6



GRAPHIQUE 7

minéral % NST en fonction de l'indice de développement dans le diagnostic des sucs ou les valeurs pour NP et surtout NSP sont basses.- Les réserves du sol sont nettement insuffisantes pour couvrir les besoins de la plante après la fin de la disponibilité des engrais.

La teneur en phosphore s'apprécie en fonction de celle en azote : le rapport N/P doit varier entre 15 et 16. Le graphique 6 montre une insuffisance générale de P dans les feuilles à l'exception de PK. Le traitement N montre le déficit le plus accentué. L'apport d'engrais P améliore dans tous les cas l'équilibre N/P et le rapproche de l'optimum. On avait noté à l'analyse des sucs la faiblesse de la fraction anionique du phosphore, et la valeur trop élevée du rapport Pp % PST.

Pour le potassium, le graphique 7 permet l'interprétation de K en fonction du poids sec des feuilles. A l'exception des traitements NP et NSP, il semblerait que tous les autres présentent un excès de K. Par ailleurs, le niveau maximum pour K serait de 2,5 %.

La nutrition calcique est considérée comme bonne au-dessus de 2 %. Comme l'analyse de terrain, l'analyse de la feuille montre une déficience importante en calcium. Les meilleurs traitements ont le taux le plus élevé en calcium (0,86 pour NSP et 0,83 pour NP). La nutrition magnésienne paraît normale.

De la comparaison des interprétations des deux types d'analyse, il ressort que l'essentiel du diagnostic est identique dans ce cas d'un sol pauvre avec des rendements éloignés du potentiel maximum de la plante : insuffisance du phosphore et de l'azote, excès de potassium. Le diagnostic foliaire permet d'incriminer l'insuffisance de calcium de même que le rapport Cap/Pp au 40e jour dans les sucs d'arachide .

Cette similitude de résultats permet d'estimer que le diagnostic suc dans le cas de rendement faible ou moyen de l'arachide ne donne pas de renseignements supérieurs à ceux du diagnostic foliaire, et que son emploi n'est donc pas utile en agriculture tropicale où les rendements restent faibles en général. Par contre, elle permet d'espérer une utilisation satisfaisante du diagnostic

suc lorsque le diagnostic foliaire est impossible (plante aphyllé) ou se révèle difficile à mettre au point ou à interpréter.

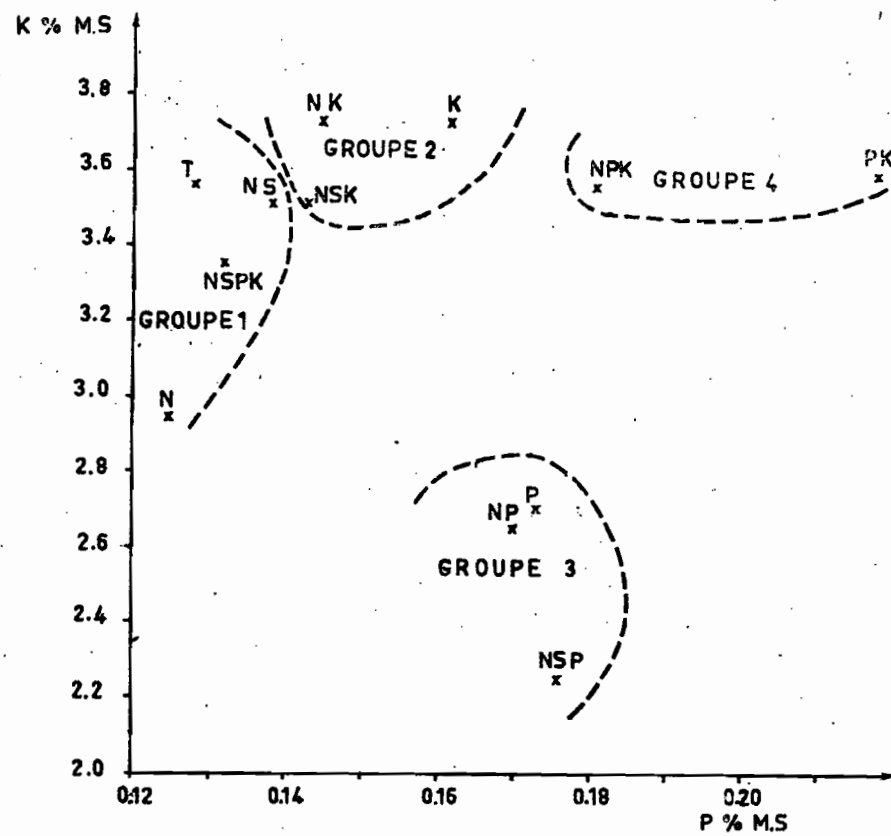
L'analyse de suc au 40e jour montre l'effet des engrais P ou K sur l'accumulation du phosphore dans les suc. Le graphique 8 à partir des résultats de diagnostic foliaire permet de nuancer ces effets et de mieux marquer les influences réciproques. L'apport de K augmente à la fois les taux de P et K accumulés dans la feuille (du groupe 1 à 2 et de 3 à 4). L'apport de P accroît également le taux de phosphore, mais en absence d'apport de potassium, il diminue fortement l'accumulation de cet élément dans la feuille (groupe 3), alors que l'accumulation est marquée en cas d'apport simultané de potassium (groupe 4).

Au cours de la première partie du cycle végétatif, pendant que l'effet des engrais était manifeste, une analyse de croissance a été faite aux 27e et 61e jour du cycle. Les valeurs du tableau XIV sont caractéristiques des mauvaises conditions de croissance et de l'effet insuffisant des engrais.

Tableau XIV. Analyse de croissance de l'essai d'engrais d'ETOUDI.

! Traitement !	! Poids total ! ! au 61e jour ! ! en g !	! V.C.R. ! ! m.s !	! B N P en ! ! mg/g.lim- ! ! be/j. !	! Poids uni- ! ! taire de ! ! limbe (mg/ ! ! cm ²) !	! Indice ! ! foliaire !	! Récolte ! ! en g/ ! ! piéd ! ! (102e j) !
T	2.96	3.6	88	3.04	0.9	2.7
N	8.30	6.4	168	3.50	2.0	4.2
K	3.37	3.7	86	3.01	1.1	2.3
P	5.36	4.8	111	3.45	1.5	4.1
NS	5.16	5.5	137	3.48	1.3	3.5
NK	7.43	5.8	154	3.52	1.7	3.2
NP	8.97	6.1	159	3.49	2.4	6.1
PK	5.31	5.1	133	3.06	1.4	3.5
NSK	7.50	6.9	161	3.56	1.9	2.9
NPK	6.48	5.2	132	2.91	1.9	5.9
NSP	10.98	6.4	167	3.64	2.3	7.0
NSPK	8.18	5.4	141	3.17	2.1	4.3

INFLUENCE RÉCIPROQUE P ET K



GRAPHIQUE 8

Les vitesses de croissance relative (V.C.R.) du témoin et du traitement K sont voisines de 3.6 %, ce qui est très faible, et correspond à un bilan net de photosynthèse d'environ 85 mg/g limbe/jour soit moins de la moitié des possibilités offertes par le climat. L'indice foliaire ne dépasse pas 2,4 dans le meilleur cas alors qu'en terrain moyen, il atteint 4,0. La combinaison PK diminue le poids unitaire de limbe sans augmenter l'indice foliaire par rapport à l'élément P, seul ou accompagné d'un autre élément, alors que la combinaison de K avec N ou NS n'a pas d'effet semblable.

Tableau XV. Effet de PK sur le poids unitaire de limbe.

	T = 3.04	K = 3.01
PK = 3.06	P = 3.45	
NPK = 2.91	NP = 3.49	NK = 3.52
NSPK = 3.17	NSP = 3.64	NSK = 3.56

Le groupement des résultats de rendement montre que P accroît le rendement de 66 % de 3.1 à 5.2 grammes/pied.

N sans S accroît le rendement de 50 % de 3.2 à 4.9
 NS " " de 35 % de 3.2 à 4.4
 tandis que K diminue le rendement de 20 % de 4.6 à 3.7.

L'effet de P se traduit par une augmentation du nombre de gousses par pied (+ 44 %) et du poids d'une gousse (+ 11 %).

A titre indicatif, le rendement de la même variété en bon terrain est de 12,7 grammes de gousses par pied.

Essai sur la nature et la forme d'engrais en terrain moyennement fertile.

Le sol de cet essai est considéré comme moyennement fertile car le rendement observé pour un cycle de 90 jours varie de 2 T 5 à 3 T/ha si la pluviosité est convenablement répartie. Mais ce sol est hétérogène, le taux de potassium échangeable pouvant varier du simple au double par exemple. De même des maladies s'installent en plage et le plus souvent le rendement est calculé uniquement en grammes par pied sain, ce qui diminue fortement la variation due au parasitisme.

Tableau VIII. Analyse d'un sol moyennement fertile

Argile + Limon	: 79,4 %
Carbone	: 2,09 %
C/N	: 11,8
pH eau	: 5,3
Calcium échangeable (m.e/100 g)	: 3,10
Magnésium	: 1,75
Potassium	: 0,38 (0,20 sur certaines tâches)
Sodium	: 0,02
Somme des bases échangeables	: 5,25
Capacité d'échange	: 13,58
Taux de saturation	: 38,65

La seule remarque est la faiblesse possible du potassium dans un sol pourvu d'autant d'éléments fins.

L'essai consiste en l'apport au moment du semis d'azote, de phosphore et de potassium sous différentes formes : urée, phosphate d'ammoniaque, phosphate bicalcique, chlorure ou sulfate de potassium avec en outre des combinaisons phosphore-urée et phosphore-potassium. Les éléments sont apportés sur les cinq répétitions de l'essai à des doses correspondant à 30 unités fertilisantes de N par hectare, 150 UF d'anhydride phosphorique et 60 U.F. de potasse.

Les prélèvements pour analyse de suc sont effectués aux 34e et 78e jours du cycle, la récolte se faisant au 93e jour. Les tableaux XVII et XVIII reproduisent les résultats des deux prélèvements, le tableau XIX fournissant les renseignements sur la croissance et les rendements.

Au tableau XIX, les meilleurs rendements par pied sain/du témoin et du phosphate avec/urée pour la parcelle analysée, et pour l'ensemble de l'essai ceux de l'urée, de la combinaison phosphate + sulfate de potasse puis du témoin. Les meilleurs indices de développement sont ceux des formules à chlorure de potassium puis urée et témoin. Les bons indices des formules à KCl semblent dus à un mauvais départ végétatif avant le 25e jour comme si cet engrais avait eu un effet dépressif au moment de son apport. Le poids total au

Tableau XVII. Analyse de sucs (en mg/l) pour un essai sur la forme des engrais dans un sol moyennement riche au 34^e jour du cycle.

Traitement	Témoin	Urée	Phos- phate Ca	Phos- phate NH ₄	pH Ca + Urée	pH Ca + SO ₄ K ₂	pH Ca + KCl	KCl
Indice développement	200	209	194	183	177	162	215	233
Azote nitrique NO ₃	416	600	1040	384	556	672	328	248
Azote ammoniacal NH ₄	25	27	41	30	31	33	24	19
Azote aminé + amidé	575	645	783	610	721	727	560	565
Azote protéique	132	174	200	170	158	198	86	68
Azote soluble total	1148	1446	2064	1194	1466	1630	996	900
Phosphore PO ₄ H ₂	16	15	16	18	15	15	18	14
Phosphore glucidique	30	26	26	28	28	24	28	26
Phosphore protéique	100	93	144	100	63	120	85	68
Phosphore soluble Tot.	146	134	186	146	106	159	131	108
Soufre SO ₄	21	32	24	21	22	26	24	22
Soufre organique	119	136	304	141	138	162	92	86
Soufre soluble total	140	168	328	162	160	188	116	108
Chlore	258	281	157	270	213	225	506	359
Potassium	3384	4050	4266	3240	3528	4194	3312	2880
Calcium	100	120	200	80	120	160	88	88
Magnésium	405	514	535	423	462	462	399	418
Sodium	-	-	30	-	-	40	-	-
Ca précipité alcool	220	248	340	280	308	300	212	200
N min % N S T	38.4	43.4	50.4	34.7	40.0	43.3	35.3	29.7
P min % P S T	11.0	11.2	8.6	12.3	14.2	9.4	13.7	13.0
S min % S S T	15.0	19.0	7.3	13.0	13.8	13.8	20.7	20.4
N S T / P S T	7.9	10.8	11.1	8.2	13.8	10.3	7.6	8.3
P S T / S S T	1.04	0.80	0.57	0.90	0.66	0.85	1.13	1.00
K % somme des cations (en m.e)	68.1	67.2	65.0	66.7	66.0	68.0	68.3	64.5
Mg % somme des cations (en m.e)	26.5	27.7	26.5	28.4	28.1	24.4	26.8	30.4
K/Mg (en mg)	8.35	7.9	8.0	7.65	7.65	9.1	8.3	6.9
Ca p / Pp	2.2	2.7	2.4	2.8	4.9	2.5	2.5	2.9
Nam / Np	4.4	3.7	3.9	3.6	4.6	3.7	6.5	8.3
Pp % P S T	68.5	69.4	77.4	68.5	59.4	75.5	64.9	63.0

Tableau XVIII. Analyse de sucs (en mg/l) pour un essai sur la forme des engrais dans un sol moyennement riche au 78e jour du cycle.

Traitement	Témoin	Urée	Phos- phate Ca	Phos- phate NH ₄	pH Ca + Urée	pH Ca + SO ₄ K ₂	pH ca + KCl	KCl
Azote nitrique NO ₃	80	64	292	64	104	104	80	96
Azote ammoniacal NH ₄	8	16	21	21	22	16	21	21
Azote aminé + amidé	156	144	171	187	130	114	123	163
Azote protéique	46	40	62	46	59	42	78	72
Azote soluble total	290	264	546	318	315	276	302	352
Phosphore PO ₄ H ₂	10	9	7	10	9	7	8	9
Phosphore glucidique	6	12	16	12	7	7	15	14
Phosphore protéique	68	50	60	70	65	65	67	80
Phosphore soluble tot.	84	71	83	92	81	79	90	103
Soufre SO ₄	16	14	16	27	24	37	34	32
Soufre organique	104	228	124	221	108	83	194	224
Soufre soluble total	120	242	140	248	132	120	228	256
Chlore	408	476	408	397	420	454	533	624
Potassium	2560	2340	3020	1640	2640	2240	1880	2320
Calcium	80	48	120	88	80	100	80	104
Magnésium	292	370	379	457	379	377	482	525
Sodium	0	0	10	0	0	10	40	10
Ca précipité alcool	232	240	244	268	260	210	260	336
N min % N S T	30.3	30.3	57.3	26.7	40.0	43.5	33.4	33.2
P min % P S T	11.9	12.7	8.4	10.9	11.1	8.9	8.9	8.7
S min % S S T	13.3	5.8	11.4	10.9	18.2	30.8	14.9	12.5
P S T / S S T	0.70	0.29	0.59	0.37	0.61	0.66	0.39	0.40
N S T / P S T	3.5	3.7	6.6	3.5	3.9	3.5	3.4	3.4
K % somme des cations (m.e)	69.4	63.6	66.2	48.9	64.5	60.2	50.4	53.9
Mg % somme des cations (m.e)	25.7	32.7	27.0	44.3	30.1	32.9	42.1	39.7
K/Mg (en mg)	8.8	6.3	8.0	3.6	7.0	5.9	3.9	4.4
Ca p / Pp	3.4	4.8	4.1	3.8	4.0	3.2	3.9	4.2
Nam / Np	3.4	3.6	2.8	3.1	2.2	2.7	1.6	2.3
Pp % P S T	81.0	70.4	72.3	76.1	80.2	82.3	74.4	77.7

Tableau XIX. Caractéristiques de croissance et de rendement des arachide sur sols moyennement riche.

	Témoin	Urée	Phos- phate Ca	Ph.NH ₄	Ph.Ca + Urée	Ph.Ca + SO ₄ K ₂	Ph.Ca + KCl	KCl
Nbre jours du cycle au 1er prélèvement	27	27	27	27	27	27	27	27
Surface foliaire cm ²	390	424	414	366	422	427	350	265
Poids folioles mg	1255	1407	1199	1246	1346	1399	1219	873
Poids total mg	2498	2740	2544	2492	2728	2835	2374	1897
Nbre jours du cycle au 2e prélèvement	48	48	48	48	48	48	48	48
Surface foliaire cm ²	1576	1664	1637	1474	1555	1389	1668	1608
Poids folioles mg	5120	5888	5385	4859	5005	4644	6493	5004
Poids total mg	14044	16476	13918	12680	13079	12049	16604	13493
M.C.R. matière sèche	8.2	8.5	8.1	7.7	7.5	6.9	9.3	9.5
BNP mg/g/limbe/jour	200	209	194	183	177	162	215	233
BNP mg/cm ² /jour	0.65	0.72	0.61	0.61	0.57	0.54	0.80	0.74
Indice foliaire	3.9	4.2	4.1	3.7	3.9	3.5	4.2	4.0
Rendement observé à la récolte T/ha	2.87	3.05	2.32	2.44	2.77	2.76	2.12	2.67
Poids gousse/pied sain en g	14.27	14.95	12.14	13.17	13.43	14.56	11.73	13.87
Nbre gousses/pied	8.5	8.6	7.5	7.7	7.7	8.2	7.3	8.3
Poids 1 gousse mg	1677	1746	1618	1712	1743	1783	1609	1664
Poids 1 graine mg	483	494	489	486	487	476	475	477
Nombre graines/gousse	2.39	2.51	2.28	2.42	2.47	2.58	2.27	2.34
Rdt décorticage	0.687	0.710	0.689	0.688	0.688	0.702	0.670	0.672
Poids en gousse/pied sain en g sur parcelle analysée	13.07	11.33	10.14	9.32	12.93	10.43	10.20	12.38

second prélèvement n'est pas non plus en relation avec le rendement, ce qui montre que l'équilibre chimique interne est important pendant la phase de maturation et que son optimum est plus étroit que celui requis pendant la phase végétative. L'analyse de la récolte fait ressortir que l'urée et le sulfate de potasse améliorent la grosseur des gousses principalement en augmentant le nombre de graines mûres par gousse. L'apport de phosphore diminue le nombre de gousses récoltées par pied. Cet effet, contraire à celui obtenu sur le sol pauvre d'ETOUDI, pourrait être dû à un excès de phosphore, car le sol est abondamment pourvu en cet élément par les engrais apportés à la culture de maïs qui alterne avec l'arachide. Quant au chlorure de potassium, il paraît diminuer sensiblement le rendement au décortilage.

Pendant la floraison (tableau XVII), l'apport d'urée améliore le pourcentage d'azote minéral par rapport à l'azote soluble total. Par contre le chlorure de potassium provoque une diminution de ce pourcentage, par abaissement du taux d'azote nitrique, peut-être dû à une absorption plus importante de l'ion chlore, inconvénient que ne présente pas le sulfate de potassium. Cette observation se confirme pendant la phase de maturation par rapport au sulfate de potassium. Il n'y a pas de différence sensible dans l'équilibre cationique.

Les taux de phosphore minéral restent élevés pendant la phase de fructification. Curieusement le pourcentage de K dans les cations est devenu faible dans les traitements à chlorure de potassium, et l'azote nitrique reste très élevé dans la parcelle recevant du phosphate bicalcique.

Les bonnes productions du témoin et de l'urée + phosphate peuvent s'expliquer par des taux favorables d'azote nitrique et potassium pendant la phase de maturation. De même le taux de phosphore protéique représente environ 80 % P.S.T. dans les deux cas.

Essai sur la nature de l'engrais

Il s'agit à la suite de l'essai précédent de tester l'urée et le sulfate de potasse, ainsi que leur combinaison avec 30 U.F. d'azote et 60 de K_2O . Les analyses de suc sont faites sur 3 répétitions aux 33e, 54e et 76 jours.

Les caractères de la végétation et de récolte figurent au tableau XX.

Tableau XX. Caractères de la récolte sur l'essai d'engrais
Azote - Potasse.

<u>Pour ensemble essai (6 rép.)</u>	Témoin	SO ₄ K ₂	Urée	Urée + SO ₄ K ₂
Poids gousse/pied sain (g)	11.9	12.8	12.8	12.8
Poids/gousse (mg)	1582	1579	1647	1621
Poids/graine (mg)	433	428	448	450
Nbre graines/gousse	2.59	2.62	2.63	2.57
Rendement décorticage	0.708	0.708	0.715	0.713
<u>Pour les répétitions analysées</u>				
Vitesse croissance relative de la matière sèche (26e-42e j)	11.9	9.9	10.8	10.7
BNP mg/g.limbe/jour	260	216	243	239
Poids gousse/pied sain en g	11.5	11.8	12.5	12.1

Les meilleures récoltes sont pour les parcelles K₄ et UK₅ avec 13,4 g, puis U₄ - U₅ et T₅ avec 12,6 g parmi les parcelles analysées.

A partir des tableaux XXI et XXII où figurent les résultats d'analyse de suc de cet essai aux 33e et 76e jour, quelques remarques sont possibles. Tout d'abord, au premier prélèvement, fort peu de différences existent d'un objet à l'autre, et à l'observation au champ, l'impression d'une croissance uniforme confirme ces faibles différences analytiques. La vitesse de croissance relative de la matière sèche est élevée et les plantes ont donc une alimentation bien équilibrée et suffisante. Au dernier prélèvement, il y a des variations plus importantes notamment entre la 3e et les 4e et 5e répétitions pour la nutrition azotée, et la faiblesse de nutrition potassique des témoins. Les parcelles donnant le meilleur rendement K₄ et UK₅ quoique ayant des équilibres à peu près satisfaisants ne sont pas toujours très distinctes à l'analyse des parcelles moins productives. Le rendement de toutes les parcelles analysées variait d'ailleurs peu de 11,0 à 13,4 g par pied.

Tableau XXI. Analyse de suc dans l'essai de combinaison
azote - potasse au 33e jour (en mg/l)

	T3	T4	T5	U3	U4	U5	K3	K4	K5	UK3	UK4	UK5
Azote nitrique	288	272	424	240	404	336	276	368	284	288	184	216
Azote ammoniacal	22	22	23	32	34	33	22	23	23	23	34	30
Azote aminé+ amidé	394	458	569	536	450	579	471	501	521	501	502	658
Azote protéique	40	70	54	79	56	58	51	78	44	52	48	60
Azote soluble total	744	822	1070	887	944	1006	823	970	872	864	768	964
Phosphore minéral	11	10	12	10	10	11	11	12	12	13	12	13
Phosphore glucidique	26	27	25	27	22	23	23	22	20	28	25	29
Phosphore protéique	59	65	71	67	106	94	51	89	71	79	88	98
Phosphore soluble total	96	102	108	104	138	128	85	123	103	120	125	140
Soufre minéral	22	21	19	18	19	34	19	26	30	19	20	32
Soufre organique	166	123	181	86	97	66	101	70	74	81	68	98
Soufre soluble total	188	144	200	104	116	100	120	96	104	100	88	130
Chlore	397	352	295	352	352	329	238	374	340	374	329	295
Potassium	3400	3340	3400	4000	3440	2740	3620	3540	3020	3660	3240	3740
Calcium	104	88	72	160	48	80	168	72	48	96	64	72
Magnésium	403	379	365	408	389	350	475	398	432	307	413	317
Ca précipité alcool	204	260	220	224	232	220	224	240	248	196	220	204
N min % N S T	41.7	35.8	41.8	30.7	46.4	36.7	36.2	40.3	35.2	36.0	28.4	25.5
P min % P S T	11.5	9.8	11.1	9.6	7.2	8.6	12.9	9.8	11.7	10.8	9.6	9.3
S min % S S T	11.7	14.6	9.5	17.3	16.4	34.0	15.8	27.1	28.8	19.0	22.7	24.6
N S T / P S T	7.8	8.1	9.9	8.5	6.8	7.9	9.7	7.9	8.5	7.2	6.1	6.9
P S T / S S T	0.51	0.71	0.54	1.0	1.19	1.28	0.71	1.28	0.99	1.20	1.42	1.08
Pp % P S T	61.5	63.7	65.7	64.4	76.8	73.4	60.0	72.3	70.0	65.8	70.4	70.0
N am / Np	9.9	6.5	10.5	6.8	8.0	10.5	9.2	6.4	11.8	9.6	10.5	11.0
K % somme cations (en m.e)	68.3	69.5	71.0	69.8	70.3	66.4	65.2	70.3	65.9	74.6	67.5	74.9
Mg % somme cations (en m.e)	26.3	25.6	24.8	23.1	25.8	27.6	27.8	25.7	30.7	20.3	27.9	20.6
K/Mg (en mg)	8.4	8.8	9.3	9.8	8.8	7.8	7.6	8.9	7.0	11.9	7.8	11.8
Cap / Pp	3.5	4.0	3.1	3.3	2.2	2.3	4.4	2.7	3.5	2.5	2.5	2.1

Tableau XXII. Analyse de suc dans l'essai de combinaison
Azote - potasse au 76e jour (en mg/l).

	T3	T4	T5	U3	U4	U5	K3	K4	K5	UK3	UK4	UK5
Azote nitrique	112	56	44	24	72	168	40	48	24	20	136	453
Azote ammoniacal	10	5	18	3	10	7	10	5	9	5	8	9
Azote aminé + amidé	221	186	249	201	212	233	234	208	204	173	179	235
Azote protéique	81	97	83	119	99	104	74	52	52	97	86	88
Azote soluble tot.	424	344	394	347	393	512	358	313	289	295	409	785
Phosphore minéral	2	3	3	4	3	3	2	5	3	3	4	2
Phosphore glucidique	21	24	30	25	27	28	41	31	24	23	27	27
Phosphore protéique	31	49	31	43	66	31	38	43	17	30	28	34
Phosphore soluble total	54	76	64	72	96	62	81	79	44	56	59	63
Soufre minéral	26	24	32	37	22	22	19	22	29	27	23	22
Soufre organique	206	204	244	291	214	190	189	258	227	157	225	186
Soufre soluble total	232	228	276	328	236	212	208	280	256	184	248	208
Chlore	340	318	216	363	386	295	272	340	329	329	352	227
Potassium	2740	2180	1720	2320	2520	2920	2640	2180	1920	2640	2760	2980
Calcium	40	32	72	40	48	24	48	16	24	40	32	64
Magnésium	403	451	413	439	401	326	355	360	454	374	331	326
Ca précipité alcool	300	360	312	500	420	280	308	220	200	360	380	300
N min % N S T	28.8	17.7	15.7	7.8	20.9	34.2	14.0	16.9	11.4	8.5	35.2	59.0
P min % P S T	3.7	3.9	4.7	5.6	3.1	4.8	2.5	6.3	6.8	5.4	6.8	3.2
S min % S S T	11.2	10.5	11.6	11.3	9.3	10.4	9.1	7.9	11.3	14.7	9.3	10.6
N S T / P S T	7.9	4.5	6.2	4.8	4.1	8.3	4.4	4.0	6.6	5.3	6.9	12.5
P S T / S S T	0.23	0.33	0.23	0.22	0.41	0.29	0.39	0.28	0.17	0.30	0.24	0.30
Pp % P S T	57.4	64.5	48.4	46.9	68.8	50.0	46.9	54.4	38.6	53.6	47.5	54.0
N am / Np	2.7	1.9	3.0	1.7	2.1	2.2	3.2	4.0	3.9	1.8	2.1	2.7
K % somme cation (en m.e.)	65.9	58.5	52.9	60.5	63.5	72.2	67.4	64.2	55.4	66.8	70.4	71.1
Mg % somme cation	31.5	39.4	41.2	37.2	32.8	26.2	29.5	34.4	42.6	30.8	27.4	25.3
K / Mg (en mg)	6.8	4.8	4.2	5.3	6.3	9.0	7.4	6.1	4.2	7.1	8.3	9.1
Cap / Pp	9.7	7.3	10.1	11.6	6.4	9.0	8.1	5.1	11.8	12.0	13.6	8.8

Le diagnostic foliaire a également été effectué sur ces parcelles. Les résultats sont donnés au tableau XXIII. Il apparaît qu'en moyenne les parcelles avec urée ont des feuilles un peu plus développées, et plus riches en potassium que celles des parcelles témoin ou avec potasse seule. Le taux de phosphore en fonction de l'azote n'est pas très éloigné de la valeur optimum de N/P entre 15 et 16.

Le calcium serait insuffisant tandis que le taux de magnésium est satisfaisant et parfois élevé d'après les normes utilisées à Madagascar.

Tableau XXIII. Résultats de diagnostic foliaire sur l'essai de combinaison azote - potasse.

		!Poids sec! !50 feuil-	En pourcentage de matière sèche						
		!Cendres!	N	P	K	Ca	Mg	N/P	
T 3	10,0	9,81	3.78	0.26	2.69	1.30	0.68	14.5	
T 4	11.1	10.50	3.90	0.24	2.55	1.51	0.74	16.2	
T 5	11.9	10.60	3.88	0.24	2.89	1.16	0.96	16.1	
U 3	11,4	10.74		0.29	3,13	1.22	0.80		
U 4	11.3	9.87	3.96	0.26	2.72	0.98	0.91	15.2	
U 5	11.3	10.86	4.19	0.26	2.99	1.01	1.10	15.1	
K 3	10.5	10.46	3.83	0.25	2.80	1.27	0.68	15.3	
K 4	11,1	10.12	3.91	0.25	2.68	1.06	1.00	15.6	
K 5	11.0	10.02	3.79	0.22	2.15	1.13	0.91	17.2	
U K 3	11.6	10.46	4.04	0.28	3.31	1.32	0.79	14.4	
U K 4	11.9	10.62	4.08	0.25	2.95	1.09	1.02	16.3	
U K 5	11.4	10.77	3.90	0.29	3.60	1.11	0.96	13.4	

Etablissement de normes de nutrition pour l'analyse de suc de l'arachide.

En une seule occasion correspondant à des analyses de suc, le rendement a atteint le maximum de 18 g de coques sèches par pied sain présent, pour une densité de semis de 250.000 pieds/ha et un cycle de 90 jours, mais assez fréquemment des bonnes récoltes de 12 à 14 g. ont été observées.

Les normes de nutrition que l'on peut établir sont donc à considérer comme provisoires et sans doute incomplètes.

Pour leur représentation un système d'étoile à 8 branches a été utilisé, chacune des branches correspondant à un caractère d'alimentation qui a paru parmi les plus importantes obtenues dans l'analyse. C'est ainsi que sont conservées (graphique 9).

- pour l'alimentation azotée :

N aminés + amidé / N protéique

N minéral % N soluble total

N S T / Phosphore soluble total

- pour l'alimentation phosphorée

P minéral % P.S.T.

P p. % P.S.T.

- pour l'alimentation cationique

Ca p / Phosphore protéique

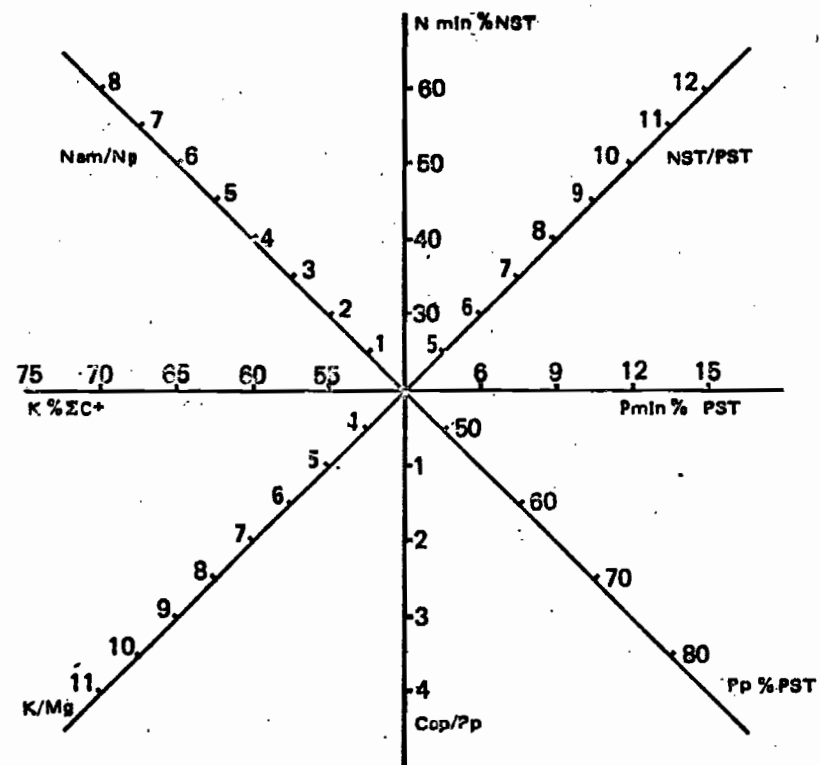
Potassium / Magnésium

Potassium % de la somme des cations.

Un graphique a ensuite été établi par chaque jour de prélèvement avec les résultats d'analyse des meilleures et des moins bonnes parcelles productrices pour chacun des essais : comparaison de divers sols (graphiques 10 - 11 - 12), apport d'engrais sur sol pauvre (graphique 13), nature des engrais azotés et potassiques (graphiques 14 - 15), combinaison des engrais urée - sulfate de potasse (graphiques 16 - 17 - 18).

En recherchant les points communs des analyses des meilleurs producteurs, deux graphiques ont été dessinés représentant les valeurs jugées optima des différents paramètres retenus soit pendant la phase végétative (graphique 19), soit pendant la phase de maturation (graphique 20).

Les valeurs retenues sont un taux de potassium représentant 65 à 71 % de la somme des cations, des rapport K/Mg de 8 à 10 ou 11, de Nam/Np de 3 à 6, de P protéique % P.S.T. de 70 à 80 %, de

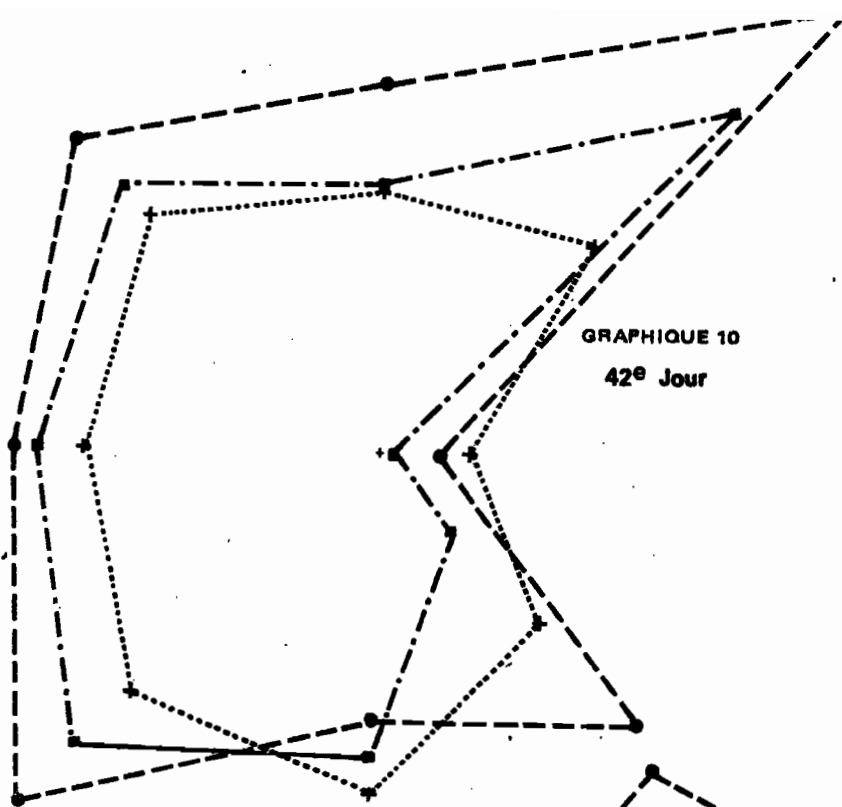


GRAPHIQUE 9

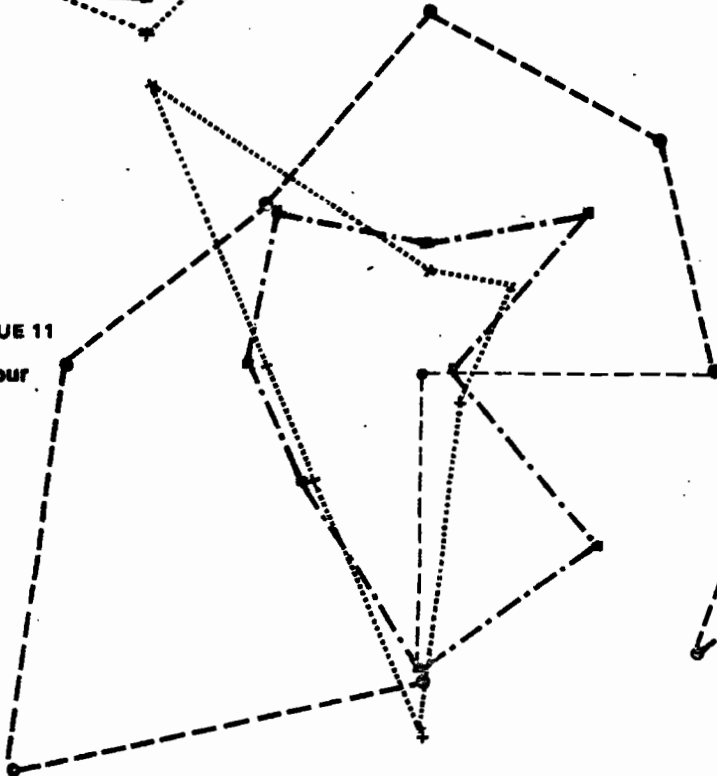
DIVERS SOLS

V.C.R.		RECOLTE
7,9 NGALAN	18,2
7,4	- - - - - NKOLBIKOKO	11,9
7,3	- - - - - EKOKO	7,0

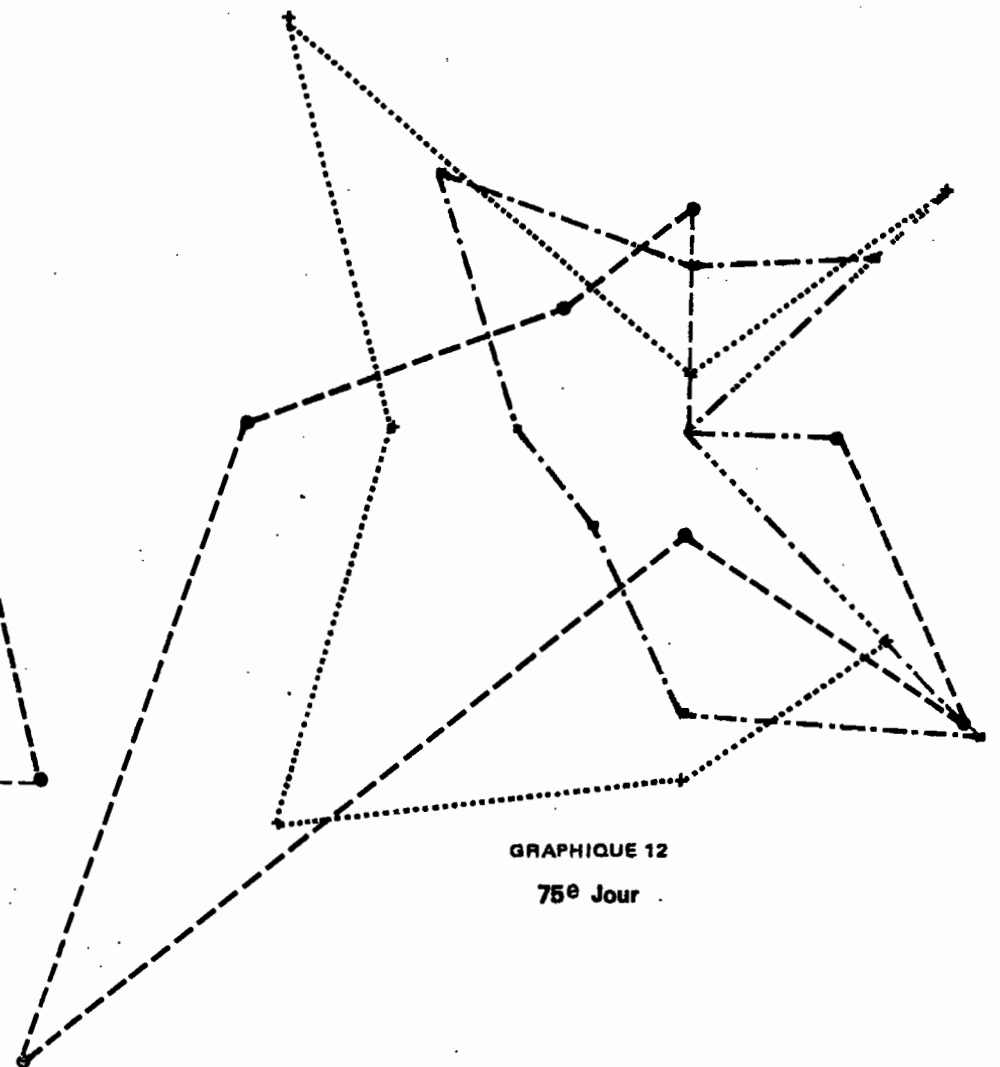
GRAPHIQUE 10
42^e Jour



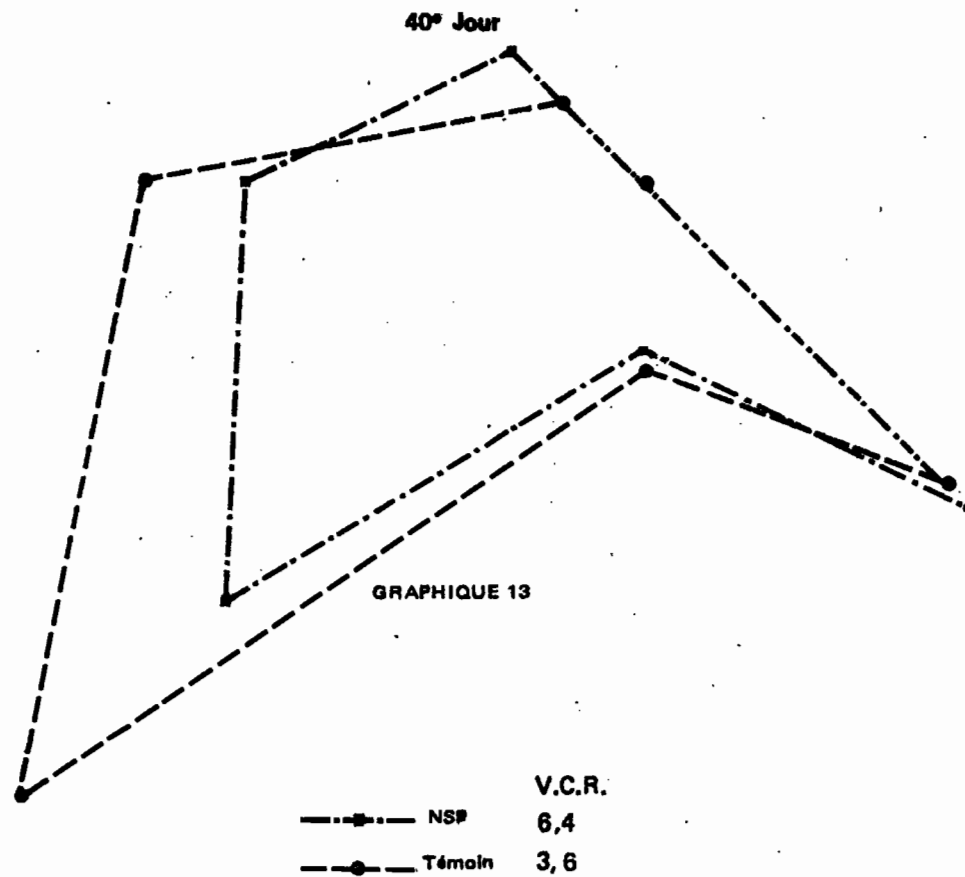
GRAPHIQUE 11
54^e Jour



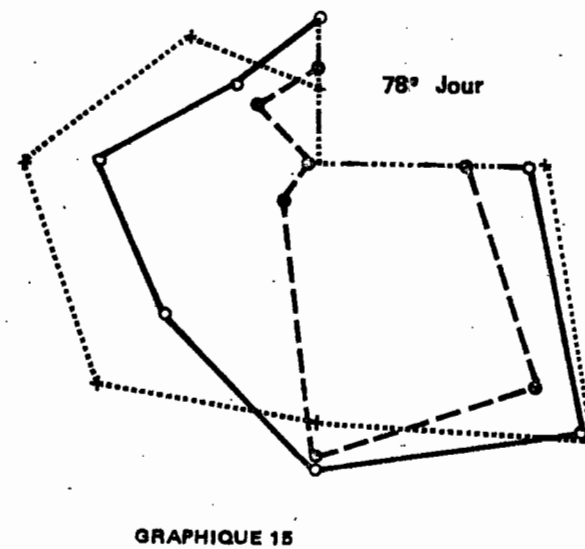
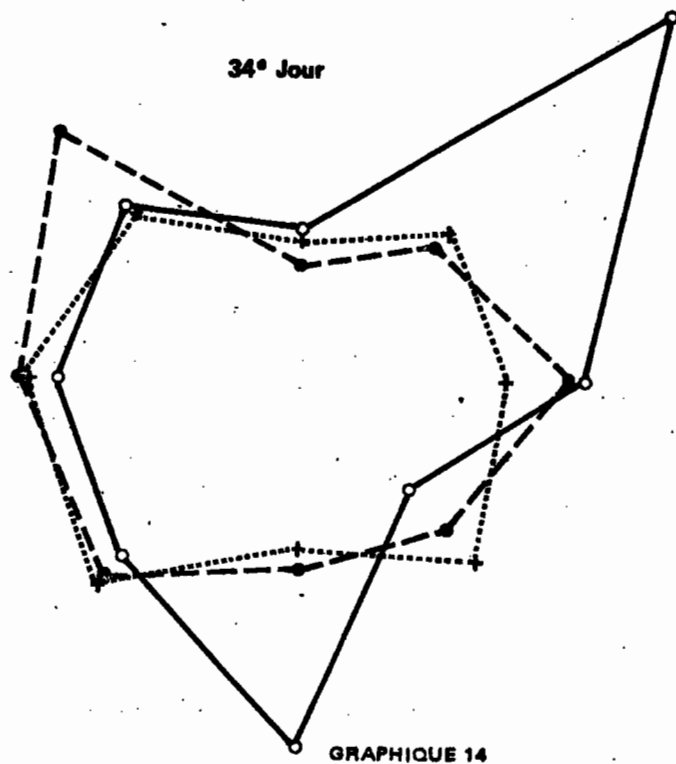
GRAPHIQUE 12
75^e Jour



ENGRAIS SUR SOL PAUVRE



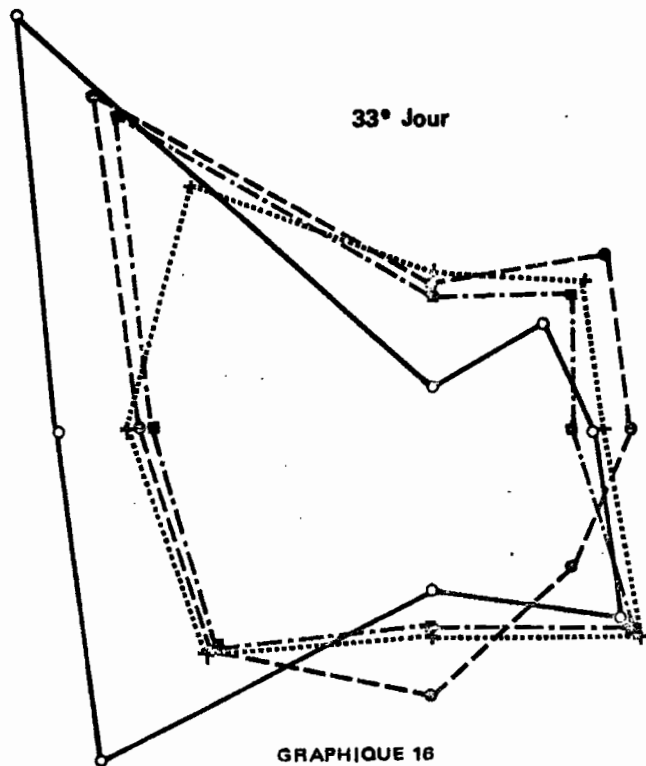
NATURE DES ENGRAIS N ET K



V.C.R.		RECOLTE
8.2	----- Témoin	13.1
7.5	———○—— P.U.	12.9
9.3	———○—— P.KCl	10.2

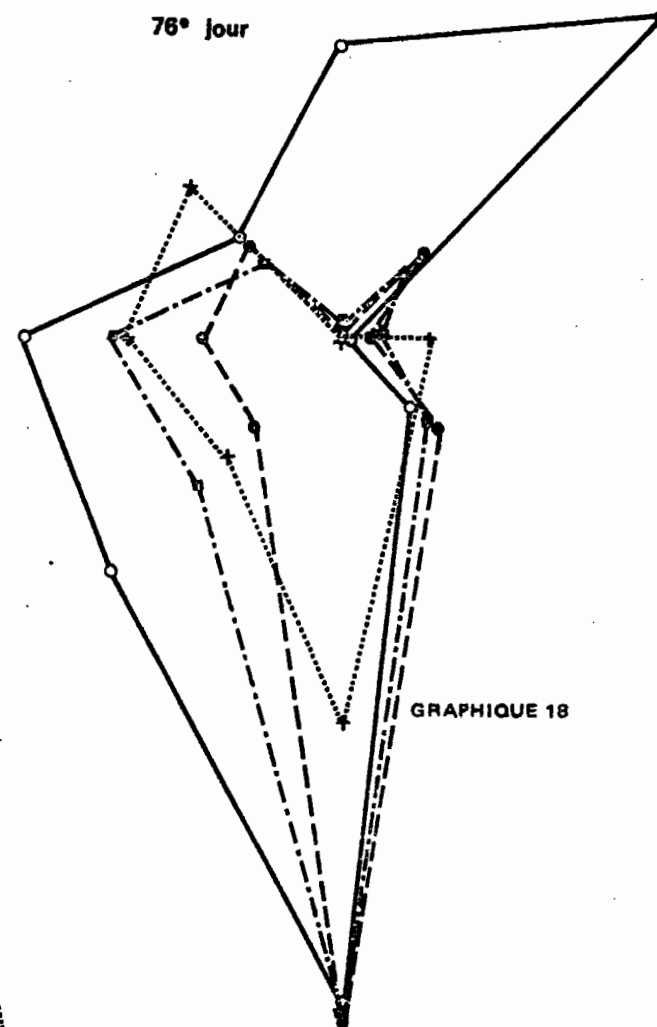
COMBINAISON DES ENGRAIS URÉE-SULFATE DE POTASSE

33° Jour



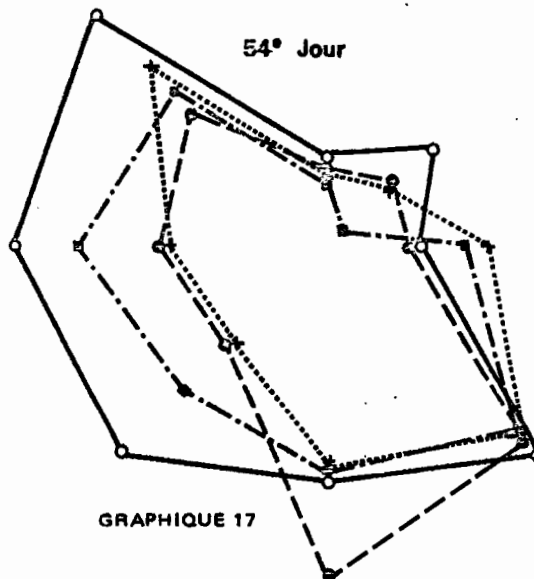
GRAPHIQUE 16

76° Jour



GRAPHIQUE 18

54° Jour



GRAPHIQUE 17

I.Devel (V.C.R.)

9,9

10,7

10,8

11,9

K4
UK5
U
T

RECOLTE

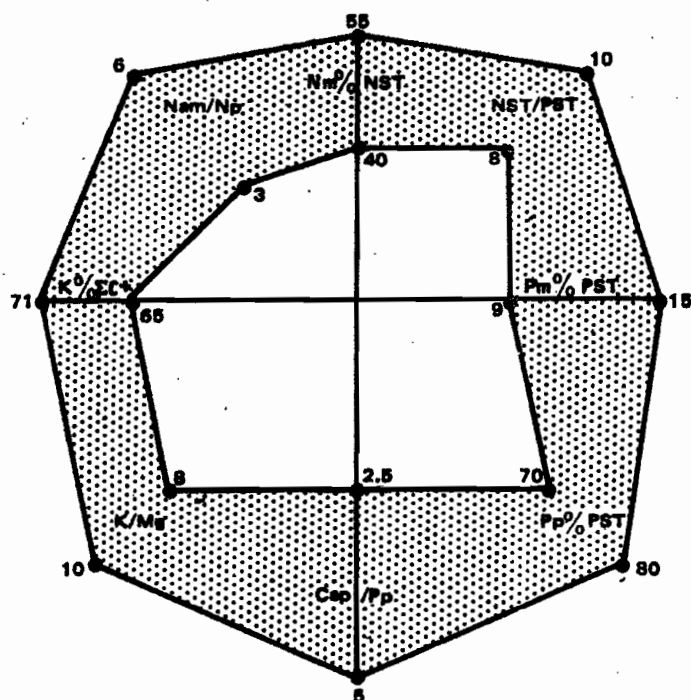
13,4

13,4

12,5

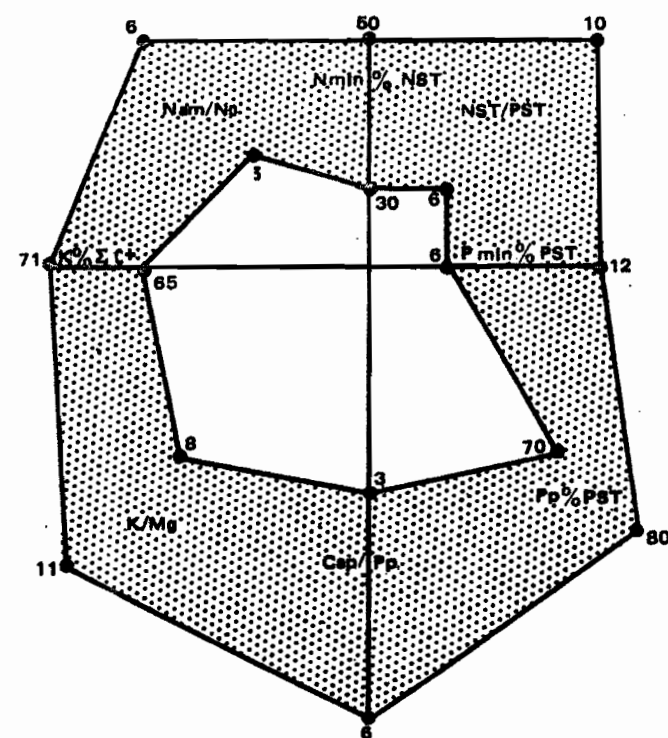
11,5

ANALYSE DE SUCS D'ARACHIDE



ZONE OPTIMUM DE NUTRITION
30° A 50° JOUR

GRAPHIQUE 19



ZONE OPTIMUM DE NUTRITION
APRES 70° JOUR

GRAPHIQUE 20

Ca p/P protéique de 2,5 ou 3 jusqu'à 5 ou 6. L'azote minéral devrait représenter 40 à 55 % de l'azote soluble total pendant la phase végétative, et rester sans doute supérieur à 30 % pendant la phase de maturation. Le rapport N.S.T./P.S.T. doit se tenir entre 8 et 10 et diminuer le moins possible pendant la maturation. Enfin le phosphore minéral compris entre 9 et 15 % du P.S.T. au début de végétation doit diminuer en fin de cycle, mais peut-être pas au-dessous de 6 % de P.S.T.

Parmi les résultats obtenus ne figurant pas sur ces graphiques d'interprétation, pourrait figurer le rapport soufre minéral/soufre soluble total dont la valeur préférable devrait rester supérieure à 20 % pendant tout le cycle et peut être atteindre 30 % pendant la période végétative.

UTILISATION DE L'ANALYSE DES SUCS POUR DES CONTROLES D'EXPERIMENTATION.

Contrôle d'un essai phytoentosanitaire

Cet essai est implanté sur le même sol que l'essai d'engrais sur les formes d'azote et de potasse. Il avait pour but de contrôler en présence d'un engrais phosphaté l'efficacité d'un produit insecticide systémique contre les pucerons transmettant la rosette, et celle d'un produit fongicide systémique contre la cercosporiose. Il s'agit du sumifène à base de fenitrothion ou O.O dimethyl, O(3 methyl 4 nitro-phenyl, phosphorothioate, et du benlate à base de bénomyl ou methyl 1- (butyl carbamoyl)-2 benzimidazole carbamate.

Le tableau XXIV rend compte des résultats d'analyse de sucres aux 35e et 79e jours du cycle, et le tableau XXV des résultats de croissance et de récolte. Les résultats de croissance se caractérisent par un meilleur départ de l'objet traité au sumifène seul, départ plus lent en présence de benlate mais ce retard est rattrapé avant la fin de la phase végétative. L'action du sumifène est remarquable sur l'augmentation de taille des feuilles et la diminution de leur épaisseur. Le sumifène semble diminuer les attaques de rosette de façon sensible, de sorte que le rendement en graines par pied sain est plus intéressant que le rendement observé au champ pour la comparaison avec l'analyse des sucres. Le sumifène augmente le poids des gousses et des graines. L'action sur les gousses est renforcée par le benlate qui permet la conservation complète du feuillage pendant une dizaine de jours supplémentaires, et donc un meilleur grossissement des fruits.

L'analyse des sucres montre que le sumifène accélère l'utilisation de l'azote nitrique pendant la phase végétative, et celle de l'azote aminé pendant la fructification. Il semble également qu'il empêche l'accumulation du chlore pendant tout le cycle végétatif. Ces actions ont lieu en présence d'une teneur faible en potassium. Il n'est pas certain qu'avec une teneur élevée en potassium, l'influence du sumifène soit la même sur le métabolisme de l'azote.

Tableau XXIV. Résultats d'analyse de sucres pour le contrôle d'un essai phytoentosanitaire.

[illegible]

Tableau XXV. Résultats de croissance et de récolte sur un essai phytoentosanitaire.

	Témoin	Phosphore	Phosphore + Sumifene	Phosphore Sumifene Benlate
Nbre jours du cycle 1er prélèvement	29	29	29	29
Surface limbe cm ²	431	495	625	518
Poids du limbe mg	1417	1613	1945	1584
Poids total mg	2959	3227	3846	3062
Nbre jours du cycle 2e prélèvement	50	50	50	50
Surface foliaire cm ²	1554	1226(1)	1890	1851
Poids limbe sec mg	6414	5066	6149	6467
Poids total mg	15698	12953	17129	17123
V.C.R. matière sèche	7.9	6.6	7.1	8.2
BNP mg/g.limbe/j.	183	154	173	193
BNP mg/cm ² /j	0.69	0.57	0.55	0.64
Poids unitaire limbe	4.13	4.13	3.25	3.49
Indice foliaire	3.9	3.1	4.7	4.6
Nbre jours à récolte	100	100	100	100
% pieds rosettés	16	32	8	12
Rendement observé T/ha	1.92	1.80	2.47	2.95
Poids gousse/pied sain	11.72	12.51	13.54	15.16
Nbre gousses/pied	7.5	7.8	8.1	8.6
Poids 1 gousse mg	1557	1610	1678	1770
Poids 1 graine mg	421	443	480	480
Nbre graines/gousse	2.51	2.46	2.38	2.54

(1) Les plants analysés devaient subir un début d'attaque de rosette d'où des valeurs trop faibles.

Utilisation du diagnostic suc sur les essais d'aquiculture.

Parmi les solutions nutritives utilisées pour la culture de l'arachide, nous avons sélectionné celles de BURKHART et de COLLINS de NICHOLAIDES et COX.

Nous avons ajouté une variante à la solution de BURKHART et COLLINS en augmentant P, en diminuant SO₄ et K.

Les quatre solutions sont ainsi composées en m.eq/litre pour les éléments majeurs :

	NO_3^-	PO_4H_2^-	SO_4^{--}	Ca ++	Mg++	K^+	NH_4^+
Variante	8	2	4	8	4	2	
COLLINS	8	1	8	8	4	3	2
NICHOLAIDES	15	1	4	10	4	6	
NICHOLAIDES/2	7.5	0.5	2	5	2	3	

Dans tous les cas, la solution comportait les teneurs suivantes en oligoéléments :

0,55 ppm de Mn
 0,50 ppm de B
 0,056 ppm de Zn
 0,032 ppm de Cu
 0,007 ppm de Mo.

Le fer a été apporté au début sous forme de 50 mg de sequestrène 330 par litre de solution (D T P A à 10 % fer), puis le sequestrène 138 (E D D H A à 6 % fer dans produit pur) qui permet une meilleure absorption du fer par les racines a été utilisé à raison de 20 mg par litre.

Nous avons mis en comparaison ces trois solutions, plus celle de NICHOLAIDES diluée à moitié. La nutrition se faisait par submersion complète du sable pendant 1 à 2 heures avec la solution nutritive, puis vidange. Les récipients étaient ensuite connectés avec un bassin d'eau qui donnait un niveau liquide permettant aux racines les plus profondes d'y plonger.

L'analyse de sucs a porté sur les rameaux cotylédonaire prélevés au cinquantième jour du cycle (cycle complet de 105 jours). Les résultats d'analyse figurent au tableau XXVI. Il apparaît de suite que les solutions de BURKHART - COLLINS, et de NICHOLAIDES - COX sont les mieux équilibrées, les pourcentages d'azote minéral par rapport à l'azote soluble total, et de potassium dans la somme des cations sont des plus favorables à la croissance et à la fructification. Il y a une différence nette dans les teneurs en phosphore

Tableau XXVI. Comparaison de solutions nutritives en aquiculture
Analyse des sucs au 50e jour du cycle.

	Variante solution BURKHART COLLINS	Solution BURKHART COLLINS	Solution NICHOLAI- DES et COX	Solution NICHOLAI- DES au demi
Azote nitrique NO_3	246	460	532	212
Azote ammoniacal NH_4	26	21	27	30
Azote aminé + amidé	286	299	277	194
Azote protéique	182	140	144	130
Azote soluble total	740	920	980	566
Phosphore PO_4H_2	48	35	18	42
Phosphore glucidique	59	27	25	31
Phosphore protéique	83	98	164	118
Phosphore soluble total	190	160	207	191
Soufre SO_4	18	10	11	18
Soufre organique	230	210	161	262
Soufre soluble total	248	220	172	280
Chlore	67	101	34	68
Potassium	2640	3040	2880	2520
Calcium	72	80	72	80
Magnésium	365	316	243	292
Sodium	20	30	10	10
Ca ppté à l'alcool	508	400	400	480
N min % N S T	36.8	52.3	57.0	42.8
P min % P S T	25.3	21.9	8.7	22.0
S min % S S T	7.3	4.5	6.4	6.4
N S T / P S T	3.9	5.75	4.7	3.0
P S T / S S T	0.77	0.73	1.2	0.68
K % somme des cations (m.e)	64.8	70.2	73.8	67.7
Mg % Somme des cation (m.e)	29.1	23.7	20.3	25.5
K/Mg (mg)	7.2	9.6	11.9	8.6

anionique et pour la solution de NICHOLAIDES le taux de P minéral est peut-être un peu faible.

La variante de la solution BURKHART-COLLINS donne un excès de phosphore qui entraîne semble-t-il une diminution du taux d'azote minéral. Le potassium est également plus faible mais sans que la diminution soit extrême (13 %) et aussi importante que la différence des rapports $K/(Ca + Mg)$ dans la solution.

En employant la solution de NICHOLAIDES au demi, il y a une absorption insuffisante d'azote nitrique pour une croissance satisfaisante, ce qui entraîne une augmentation très sensible du phosphore anionique.

Les productions de gousses par pot sont équivalentes pour les solutions de NICHOLAIDES - COX et de BURKHART-COLLINS, celles de la variante et de la solution au demi de NICHOLAIDES-COX sont inférieures d'environ 20 %.

Le taux de phosphore paraissant un peu faible dans la solution de NICHOLAIDES et COX, nous avons doublé celui-ci en ne modifiant qu'un minimum le reste de l'équilibre et nous avons comparé avec une culture au champ. L'analyse de suc a été faite sur l'ensemble des rameaux d'un pied.

Solution	NO_3	PO_4H_2	SO_4	Ca	Mg	K
NICHOLAIDES-COX	15	1	4	10	4	6
Enrichie en P	15	2	3	10	4	6

Les résultats d'analyse des sucs au tableau XXVII montrent que l'enrichissement en phosphore est excessif, abaissant l'absorption d'azote nitrique, et sans doute celle du soufre. Par rapport à la culture au champ, au même stade de développement, il y a pour la culture en solution une absorption plus importante d'azote avec un taux d'azote aminé plus élevé, mais moins de phosphore sous forme protéique. Au champ le manque d'azote semble entraîner l'accumulation de phosphore et de soufre.

Les résultats de récolte pour les cultures en solution donnent une augmentation de récolte pour la solution enrichie en P de 15 % avec des caractéristiques un peu meilleures pour la gousse et la

Tableau XXVII. Comparaison d'arachides poussées sur solution NICHOLAIDES-COX, sur solution enrichie en phosphore et au champ en bonnes conditions. Analyse au stade 13e feuille de la tige principale.

T r a i t e m e n t	Solution NICHOLAIDES	Solution enrichie P	Culture au champ
Azote nitrique NO_3	456	192	88
Azote ammoniacal NH_4	27	25	22
Azote aminé + amidé	197	223	138
Azote protéique	198	88	60
Azote soluble total	878	528	308
Phosphore PO_4H_2	12	34	26
Phosphore glucidique	39	35	49
Phosphore protéique	35	59	128
Phosphore soluble total	86	128	203
Soufre SO_4	26	13	18
Soufre organique	198	107	214
Soufre soluble total	224	120	232
Chlore Cl	45	34	79
Potassium	3580	2780	1960
Calcium	104	40	40
Magnésium	485	384	370
Sodium	-	-	-
Ca précipité alcool	656	368	320
N min % N S T	55.0	41.1	35.7
P min % P S T	14.0	26.6	12.8
S min % S S T	11.6	10.8	7.8
N S T / P S T	10.2	4.1	1.5
P S T / S S T	0.38	1.07	0.88
K % somme des cations (m.e)	65.9	66.6	59.4
Mg % somme des cations (m.e)	29.0	29.9	36.4
K/Mg (en mg)	7.4	7.2	5.3

graine. Les gousses de la même variété sont nettement plus grosses que celles obtenues au champ (1640 mg au lieu de 1400) avec plus de graines par gousse (2,75 au lieu de 2.40).

Un dernier essai a comparé la solution de NICHOLAIDES et COX à deux variantes enrichies légèrement en phosphore et dont l'une a un équilibre cationique également modifié (Tableau XXVIII). L'analyse des sucs au 68e jour a donné les résultats figurant au tableau XXIX

Tableau XXVIII. Composition des solutions nutritives en m.e/litre.

	NO_3	PO_4H_2	SO_4	Ca	Mg	K
Solution COX	15	1	4	10	4	6
Solution enrichie P	15	1,5	4	10	4	6
Solution enrichie Mg	15	1,5	4	9	5	6.

L'enrichissement en P conduit à un taux de P minéral % P.S.T. qui paraît comparable à celui obtenu au champ. Pour les trois analyses, on relève une accumulation inhabituelle de phosphore sous forme glucidique.

L'absorption du potassium paraît sujette à des fluctuations importantes, augmentant avec l'enrichissement en P et diminuant partiellement si le rapport Mg/K s'accroît.

Les variations des teneurs en azote nitrique paraissent exagérées, et un échantillonnage sur un nombre de pieds suffisant sera nécessaire.

Contrôle d'expérience avec oligoéléments

Sur un essai d'arachide au champ, il est effectué au 30e jour du cycle cultural un arrosage de 10 litres d'une solution à 1 % de Vanadate d'ammonium sur 125 pieds d'arachide soit environ 35 mg de V par pied.

Les résultats d'analyse de suc aux 40e et 71e jours sont donnés au tableau XXX.

Tableau XXIX. Composition des sucres des arachides poussées sur trois solutions nutritives différentes, au 68^e jour mg/l. (Analyse de l'ensemble des rameaux).

	Solution COX	Solution enrichie P	Solution en- richie Mg
Azote nitrique	40	352	152
Azote ammoniacal	29	24	26
Azote aminé + amidé	451	492	383
Azote protéique	137	176	180
Azote soluble total	657	1044	741
Phosphore minéral	11	27	29
Phosphore glucidique	117	101	115
Phosphore protéique	98	116	147
Phosphore soluble total	226	244	291
Soufre minéral	34	36	26
Soufre organique	433	300	308
Soufre soluble total	467	336	334
Chlore	57	57	45
Potassium	2760	3820	3080
Calcium	32	48	48
Magnésium	413	350	350
Ca protéique	820	804	708
N min % N S T	10.5	36.0	24.0
P min % P S T	4.9	11.1	10.0
S min % S S T	8.5	10.7	7.8
N S T / P S T	2.9	4.3	2.5
P S T / S S T	0.57	0.73	0.87
Pp % P S T	43.4	47.5	50.5
Nam / Np	3.3	2.8	2.1
K % somme cations	65.0	75.6	70.2
Mg % somme cations	31.6	21.2	26.0
K/Mg	6.7	10.9	8.8
Ca p / Pp	8.4	7.0	4.8

Tableau XXX. Analyse de suc d'arachide sur un essai d'Oligoéléments

	40e jour			71e jour		
	Témoin	V ₁	V ₂	Témoin	V ₁	V ₂
Azote nitrique	200	224	216	64	64	40
Azote ammoniacal	21	17	16	14	16	27
Azote aminé	459	447	440	208	224	249
Azote protéique	120	106	112	81	84	90
Azote soluble total	800	794	784	367	388	406
Phosphore minéral	7	10	11	5	5	4
Phosphore glucidique	29	22	27	75	35	19
Phosphore protéique	61	94	99	41	39	31
Phosphore soluble total	97	126	137	121	79	54
Soufre minéral	22	25	35	41	38	38
Soufre organique	106	79	85	167	158	194
Soufre soluble total	128	104	120	208	196	232
Chlore	227	193	125	238	159	238
Potassium	3120	2880	2800	1880	1980	1640
Calcium	48	32	40	56	64	72
Magnésium	446	389	446	442	413	509
Ca précipité alcool	408	328	348	320	328	348
N min % NST	27.6	30.6	29.6	21.3	20.6	16.5
P min % PST	7.2	7.9	8.0	4.1	6.3	7.4
S min % S.S.T.	17.2	24.0	29.2	19.7	19.4	16.4
Pp % P.S.T.	62.9	74.6	72.3	33.9	49.4	57.4
Nam / Np	3.8	4.2	4.0	2.6	2.7	2.8
N S T / P S T	8.2	6.3	5.7	3.0	4.9	7.5
K % somme cation	66.1	67.7	64.0	54.3	56.8	46.3
Mg % somme cations	30.7	29.7	33.2	41.4	38.4	47.1
K / Mg	7.0	7.4	6.3	4.3	4.8	3.2
Cap / Pp	6.7	3.5	3.5	7.8	8.4	11.2
Rendement en g / pieds .				10,4	13,4	11,0

Les différences les plus sensibles sont relatives au phosphore, non pas au 40e jour ou l'application au sol est encore récente mais au 71e jour. Il y a une diminution du phosphore soluble total surtout par suite de l'abaissement du phosphore glucidique, et maintien d'un rapport NST/PST assez élevé. De même le phosphore protéique représente une fraction plus importante du phosphore soluble total. Dans cet essai, le taux du potassium par rapport aux autres cations est faible.

Contrôle de l'influence de l'éclairement sur l'alimentation

Des arachides sont cultivées sur sable en seaux plastiques avec solution nutritive. Deux lots de 3 seaux sont constitués au 64e jour du cycle et mis sur plateaux mobiles. Les deux lots sont nourris avec la même solution, pendant deux heures trois matins consécutifs. **Aussitôt après** la période d'alimentation, l'un des lots est rentré dans une pièce obscure jusqu'au lendemain matin, l'autre restant à l'extérieur.

L'analyse est effectuée au quatrième jour sur l'ensemble des rameaux d'un lot (tableau XXXI).

Au 4e jour, la nouvelle feuille des pieds à faible durée d'éclairement était bien plus jaune que son homologue située sur des pieds restés à l'extérieur, indiquant bien une insuffisance chlorophyllienne. A l'analyse, on observe un taux bien plus important d'azote restant sous forme minérale. En même temps, pour N, P et S la fraction de l'élément sous forme protéique ou organique diminue. Les rapports de la fraction minérale à la totalité de l'élément soluble s'accroissent tous à l'obscurité montrant l'existence d'un retard dans l'élaboration des molécules organiques solubles les plus grosses.

Les taux de potassium et magnésium diminuent avec un faible éclairement mais leur proportions respectives restent semblables à celles obtenues avec l'éclairement normal.

Tableau XXXI. Analyse des sucs d'arachide pour un essai d'éclaircissement différent.

	Eclaircissement 12 heures	Eclaircissement de 2 à 3 h/j.		Eclaircissement 12 h.	Eclaircissement 2 à 3 h.
Azote nitrique	16	144	N min % NST	6,3	20,8
Azote ammoniacal	19	18	N am / Np	3,9	5,7
Azote aminé	497	524	NST / PST	2,0	2,5
Azote protéique	126	92	PST / SST	0,90	0,95
Azote soluble	658	778			
Phosphore minéral	49	54	P min % PST	14,1	18,6
Phosphore glucidique	134	112	Pp % PST	47,3	42,7
Phosphore protéique	164	124	S min % S S T	8,1	10,5
Phosphore soluble total	347	290			
Soufre minéral	30	34	K % somme ca- tions	73,5	73,9
Soufre organique	342	290	Mg % somme ca- tions	23,3	22,3
Soufre soluble total	372	324			
Chlore	34	23	K / Mg	10,3	10,8
Potassium	3100	2480	Cap / Pp	3,4	4,7
Calcium	40	40			
Magnésium	302	230			
Calcium précipité al- cool	560	580			

AUTRES ANALYSES DE SUC.

Les formes aminée et amidée de l'azote constituent des molécules qui sont ensuite regroupées sous forme de peptides puis de protéines. Il est bien connu que les déficiences en certains éléments minéraux provoquent des changements dans la concentration relative de ces produits azotés. Il serait donc intéressant de connaître les variations de ces acides aminés et amidés dans les sucs d'arachide et éventuellement les utiliser pour un meilleur diagnostic dans la croissance ou les besoins de la plante.

Cette analyse quantitative des acides aminés a été faite grâce à un technicon spécialement équipé pour cet usage et qui traite un échantillon par jour. La précipitation des formes protéiques a été faite par l'acide sulfosalicylique. Nous avons vérifié qu'il n'y avait pas un changement important dans la quantité d'acides aminés par rapport à la précipitation alcoolique : dans l'échantillon analysé, cette proportion restait de 45 à 48 % de l'azote soluble total (tableau XXIV).

L'analyse quantitative des acides aminés concernait deux échantillons, l'un X correspondant à une bonne végétation, mais avec une déficience en K assez prononcée, l'autre P correspondant à une parcelle sur terrain déficient en azote et potassium recevant une fumure phosphatée. La fumure phosphatée provoque une accélération de l'utilisation du potassium.

Ces deux analyses n'étaient qu'un essai pour mesurer s'il existait des différences sensibles d'un suc à l'autre, ce qui est le cas d'après les résultats.

L'échantillon X est plus riche en thréonine et en acide glutamique, en isoleucine et leucine, histidine, arginine, alanine et valine. L'échantillon P est plus riche en homoserine, proline et citrulline.

Dans ces échantillons de sucs d'arachide, les principaux acides aminés et amidés sont l'acide glutamique, alanine et thréonine, la serine et les amides.

Tableau XXIV. Composition en acides aminés de sucs d'arachide prélevés au 63e jour du cycle végétatif.*

	Echantillon X			Echantillon P		
	μ M/ml	mg/100 ml	mg N/l	μ M/ml	mg/100 ml	mg N/l
Acide aspartique	-	-	-	0.102	1.36	1.43
Thréonine	0.760	9.05	10.64	0.288	3.43	4.03
Serine (+ amidés ?)	0.980	10.30	13.72	0.824	8.66	11.58
Glutamine+Asp.NH ₂	0.328	4.80	9.18	0.330	4.82	9.24
Homosérine	0.068	0.71	0.95	0.186	1.95	2.60
Ac γ-méthylène glutamique + ac Glutamique	1.056	17.44	14.78	0.540	8.92	7.56
Citrulline (?)	0.070	1.23	2.94	0.100	1.75	4.20
Glycine	0.044	0.33	0.62	0.062	0.47	0.87
Alanine	0.694	6.18	9.72	0.409	3.64	5.73
Valine	0.208	2.44	2.91	0.146	1.71	2.04
Méthionine	0.034	0.50	0.48	0.023	0.34	0.32
Isoleusine	0.109	1.43	1.53	0.066	0.87	0.92
Leucine	0.139	1.82	1.95	0.077	1.01	1.08
Tyrosine	0.080	1.45	1.12	0.062	1.12	0.87
Phénylalanine	0.120	1.98	1.68	0.101	1.67	1.41
Ornithine	0.017	0.29	0.48	0.020	0.34	0.56
Lysine	0.098	1.79	2.74	0.074	1.35	2.07
Histidine	0.049	1.03	2.06	0.025	0.52	1.05
Arginine	0.091	1.92	5.10	0.058	1.22	3.25
Proline	0.200	2.30	2.80	0.316	3.64	4.42
			85.40			65.23

* Les analyses d'acides aminés sont dues à Monsieur MAIRE du laboratoire de Nutrition, ORSTOM - YAOUNDE.

- C O N C L U S I O N -

L'analyse des sucs de l'arachide permet un diagnostic correct des besoins de la plante. Pendant la période de croissance la teneur en azote minéral doit varier de 45 à 60 % de l'azote total pour s'abaisser ensuite vers 30 % pendant la phase de fructification. Le pourcentage de K dans la somme des cations doit se tenir entre 65 et 71 % pendant toute la vie de la plante : la plante jeune absorbe mieux le potassium et arrive à maintenir une bonne croissance même si le sol est légèrement déficient, mais au moment de la fructification, la fourniture en potassium se révèle vite insuffisante pour un bon rendement. Le taux de phosphore minéral en fonction du phosphore soluble total est moins aisé à préciser, mais il semble qu'il devrait être de l'ordre de 10 % - Au delà de 20 %, l'effet sur l'azote et le soufre est malencontreux. Le taux de soufre peut être plus élevé que celui du phosphore et atteindre 25 à 30 %.

Le diagnostic suc permet d'observer les nombreuses interactions entre éléments dans la plante : action du phosphore sur l'azote et le soufre et réciproquement, action réciproque du phosphore et du potassium dans leur utilisation par la plante.

Il existe une bonne concordance entre les diagnostics posés par diagnostic foliaire et ceux dûs au diagnostic sève, ce qui peut donner une utilité à ce dernier lorsque la plante ne se prête pas au diagnostic foliaire.

Le diagnostic suc semble en outre avoir un intérêt pour suivre l'effet des traitements de produits systémiques sur l'alimentation de la plante ou l'influence d'oligoéléments. Il se révèle très adapté pour les cultures sans sol.

Il reste de nombreuses études à faire pour mieux cerner un optimum nutritif des plantes avec l'analyse des sucs. Pour l'arachide, en milieu tropical, il semble que la plante n'a pas donné des productions correspondant à ses potentialités faute d'une culture assez soignée, d'un sol satisfaisant, de déficience non encore éclaircie,

toutes causes qui ont des répercussions mal connues pendant la phase de fructification qui paraît requérir un équilibre chimique bien plus précis que pendant la croissance.

Actuellement, étant donné les rendements encore faibles atteints par l'arachide en culture tropicale, il semble inutile de substituer l'analyse des sucs au diagnostic foliaire, les renseignements fournis par ce dernier étant concordants et très suffisants pour l'amélioration possible de la culture, et son emploi beaucoup plus facile. L'analyse des sucs paraît devoir rester un outil de recherche, au moins dans le domaine des plantes dont le diagnostic foliaire est bien au point. Mais l'interprétation de l'analyse devra être perfectionnée à mesure que les potentialités de production des plantes seront mieux exprimées.